



Universidade de Brasília - UnB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Pol. Públicas - FACE

Departamento de Administração - ADM

APLICAÇÕES DA *BLOCKCHAIN*: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

MONIQUE CHRISTINE BATISTA DE SOUZA

Brasília

2019

MONIQUE CHRISTINE BATISTA DE SOUZA

APLICAÇÕES DA *BLOCKCHAIN*: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Monografia apresentada ao Departamento de Administração - ADM como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Souza, Monique Christine Batista de
CP369a Aplicações da *Blockchain*: Uma Revisão Sistemática da Literatura / Monique Christine Batista de Souza; orientador Vinicius Amorim Sobreiro. -- Brasília, 2019.
50 p.

Monografia (Graduação - Administração) -- Universidade de Brasília, 2019.

1. Blockchain. 2. Revisão de Literatura. 3. Aplicação da *Blockchain*. I. Sobreiro, Vinicius Amorim, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus maiores exemplos de honestidade e amor. Aos meus pais, minha irmã, Diana e ao meu querido sobrinho, Daniel.

Com carinho “Dú”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer as pessoas que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, a começar dos meus pais, que enfrentaram todas e quaisquer adversidades para me proporcionar acesso à ensino de qualidade, sempre me demonstrando a relevância dos estudos e empenho acadêmico, meus sinceros obrigada. Também agradeço imensamente à minha irmã, que sempre entendeu minhas limitações e me apoiou em qualquer decisão, sobretudo, confia no meu potencial. Também agradeço às pessoas maravilhosas que conheci durante meu curso de graduação, a começar do meu querido Glycon, pessoa especialmente transformadora em minha vida, que me apoia pessoal e profissionalmente. Também aproveito para agradecer meu grande amigo Gabriel, que simplesmente estava comigo em todos os momentos em que necessitei, todos os dias da nossa graduação, além desses, agradeço a cada uma das pessoas maravilhosas que também conheci na UnB. Em segundo lugar, agradeço a todos os recursos que foram cedidos à mim, para minha formação. Tenho um apreço imenso pela Universidade de Brasília, que além de um pólo de informação para seguir minha carreira profissional, me apresentou diversas visões de mundo que hoje representam muito do que sou. Agradeço a cada um dos meus professores de departamento e departamentos vizinhos, que dedicam sua vida para formar profissionais cada vez mais qualificados, em especial, ao meu querido orientador Vinicius Amorim Sobreiro, que teve tanta paciência para me ensinar cada detalhe e diversos conhecimentos, inclusive, para além de técnicos. Enfim, sou extremamente grata por todas as experiências que vivi durante minha graduação, em sala de aula e fora dela, como na liga de mercado financeiro. Hoje, cada um desses pontos me trazem a felicidade de ter me encontrado no mercado profissional e em uma carreira como administradora, cada vez mais engajada a trazer mais resultados para a empresa que trabalho atualmente e para as demais que virão, em busca da gestão com excelência e profissionalizada, para que um dia, talvez, eu possa retribuir para a sociedade o que essa universidade me proporcionou.

MONIQUE CHRISTINE BATISTA DE SOUZA

EPÍGRAFE

O valor intrínseco de um ativo é determinado pelos fluxos de caixa que você espera que o ativo gere ao longo de sua vida e quão incerto você se sente sobre esses fluxos de caixa

Aswath Damodaran

Escritor e Professor

RESUMO

A tecnologia *Blockchain* tem recebido bastante atenção nos últimos anos, desde sua primeira implementação pelo trabalho de Nakamoto (2008, p. 1) com o advento da moeda digital, o *Bitcoin*, em 2009. A partir de então, ela tem sido alvo de estudos para aplicação em diversos contextos, inclusive não-financeiros e utilizada por grandes empresas como *Amazon*, *Tesla*, *Microsoft* e *Bloomberg*. Os objetivos deste trabalho incluem identificar as tendências das pesquisas sobre implementação da tecnologia *Blockchain*, apresentando um mapa de possibilidades de aplicação, maiores apontamentos de discussão sobre dificuldades e melhorias para seu pleno uso, assim como construir uma estrutura para priorização da agenda de pesquisa com análise de forças e fraquezas do tema. Para tal, foi realizada uma revisão da literatura com 45 artigos retirados da base de dados multidisciplinar *Science Direct* e uma análise específica baseada em categorização dos artigos. Os resultados demonstraram que os estudos sobre aplicação da tecnologia *Blockchain* estão avançando em favor de maior visão dos benefícios e vantagens de seu uso, com diversas proposições de melhoria em seus recursos tecnológicos para plena utilização, além de apresentarem resultados empíricos. Outro ponto interessante foi demonstrar a abrangência dos campos de aplicação, sendo um deles seu emprego como aliada a incrementar o uso potencial de outras tecnologias emergentes, como é o caso da *Internet of Things (IOT)*.

Palavras-chave: *Blockchain*; Revisão de Literatura; Aplicação da *Blockchain*.

ABSTRACT

Blockchain technology has received a lot of attention in recent years since its first implementation through the work of Nakamoto (2008, p. 1), with the advent of the digital currency, Bitcoin, in 2009. Since then, it has been the studies subject for application in various contexts, including non- financial and used by large companies such as Amazon, Tesla, Microsoft and Bloomberg. The objectives of this paper includes the research trends on the Blockchain technology implementation, presenting a map of application possibilities, greater discussion notes about difficulties and improvements for its full use, as well as to build a structure for prioritizing the research agenda with analysis strengths and weaknesses of the theme. For that, a literature review was carried out with 45 articles taken from the multidisciplinary database Science Direct and a specific analysis based on article categorization. The results have showed that the studies on the Blockchain technology application are advancing in favour of a greater vision about the benefits and advantages of its use, with several improvement propositions in its technological resources for full use, besides presenting empirical results. Another interesting point was to demonstrate the scope of the application fields, one of them being its use as an ally to increase the potential use of other emerging technologies, such as the *IOT*.

Keywords: First keyword; second keyword, third word.

LISTA DE FIGURAS

2.1	<i>Distributed Legdes e Blockchain</i>	9
2.2	Comparação Rede <i>Peer-To-Peer</i> e Rede Cliente/Servidor	10
2.3	Transações na <i>Blockchain</i>	11
2.4	Funcionamento dos carimbos de tempo	12
3.1	Fluxo coleta de artigos.	21
4.1	Distribuição de Frequência da Classificação 1.	28
4.2	Distribuição de Frequência da Classificação 2.	30
4.3	Distribuição de Frequência da Classificação 3.	31
4.4	Distribuição de Frequência da Classificação 4.	32
4.5	Distribuição de Frequência por ano de publicação.	32
4.6	Distribuição de Frequência da Classificação 5.	33
4.7	Distribuição de Frequência da Classificação 6.	34
4.8	Distribuição de Frequência da Classificação 7.	35
4.9	Distribuição de Frequência da Classificação 8.	36
4.10	Mapa de Aplicação da <i>Blockchain</i>	37
4.11	<i>Framework</i> para agenda de pesquisa.	39

LISTA DE TABELAS

3.1	<i>Framework</i> para classificação e codificação dos estudos analisados.	22
-----	---	----

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vii
EPÍGRAFE	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABELAS	xvii
SUMÁRIO	xix
I INTRODUÇÃO	I
1.1 Pergunta de pesquisa, objetivos e método	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Modelos de negócios disruptivos	7
2.2 Conceitos básicos da rede <i>Blockchain</i>	8
2.2.1 Rede <i>p2p</i>	9
2.2.2 Carimbos de tempo	10
2.2.3 Mecanismos de Consenso	12
2.2.4 Tipos de <i>Blockchain</i>	14
2.3 Trabalhos Correlatos	14
3 MÉTODO	17
3.1 Classificação da pesquisa	17
3.2 Procedimentos adotados	18
3.3 Base de dados	19
3.3.1 Estratégia de busca	19
3.3.2 Estratégia de segmentação	20
3.4 Classificação e codificação	22
3.5 Análise dos dados	26
4 DISCUSSÃO E RESULTADOS	27
4.1 <i>Framework</i> para agenda de pesquisa	36
5 CONCLUSÃO	41
5.1 Limitações e sugestões para futuras pesquisas	43

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

“O próximo passo da evolução humana
será se tornar uma raça que poderá
colocar sua confiança no próximo, não
nos seus legisladores ou políticos.”

—S. E. Sever

Modelos de negócios de empresas com rápido crescimento, consideradas paradigmas em determinado período, são afetadas radicalmente pelas inovações tecnológicas introduzidas nas últimas cinco décadas. A estratégia de bens e serviços, modelos organizacionais, canais de distribuição, infra-estrutura que viabiliza tais modelos e processos operacionais adotados vêm se alterando em função de janelas de oportunidades abertas por inovações tecnológicas de caráter disruptivo, ou seja, aquela inovação tecnológica capaz de derrubar uma tecnologia já preestabelecida no mercado (Tigre & Noronha, 2013, pp. 114–115).

As mudanças digitais em curso estão remodelando a economia hoje, o que resulta em um estímulo para inovação, aumento de eficiência e melhora dos serviços e que para acelerar a inclusividade e a sustentabilidade do crescimento, faz-se necessária a transição para uma economia cada vez mais digital (Al-Ruithe, Benkhelifa, & Hameed, 2018, p. 1038). A transformação digital é um forte direcionador estratégico nas organizações, ela não trata apenas de simples digitalização, é uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias que forçarão as empresas a repensarem na forma como gerem seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, como pensam sobre o desenvolvimento de novos produtos e os lançam no mercado (Coelho, 2016, p. 15).

De acordo com as informações divulgadas no *World Economic Forum*, em setembro de 2015, que tinha por base uma consulta a 800 executivos e especialistas do setor de *Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)*, foram identificadas tendências que estão a moldar a sociedade criando oportunidades e riscos, são elas: (1) As redes sociais, a forma como as pessoas interagem umas com as outras; (2) a evolução dos computadores com a redução dos custos e tamanho; (3) o desenvolvimento de *IOT*¹; (4) o uso de Inteligência Artificial e *Big Data*, com

¹Segundo Srivastava (2005, p. 1), *IOT* são dispositivos e objetos do dia a dia com sensores, transmissores e

algoritmos cada vez mais adaptados e auxiliando o processo de tomada de decisão; (5) a digitalização da matéria com as máquinas de impressão 3D, revolucionando a era industrial em relação à prototipagem e, por fim; (6) a economia compartilhada e confiança distribuída, a partilha de recursos computacionais ao invés de sua aquisição, a partir do uso da *Blockchain* (WEF, 2015, p. 6).

A *Blockchain* tem sido aclamado como a maior invenção depois da *Internet*, seu potencial disruptivo causa reflexos nos campos econômico, político e social, promovendo grandes discussões sobre confiança e transparência. Atualmente, se encontra como a terceira geração de plataforma tecnológica, sendo a primeira comandada por *mainframes*², a segunda pela *Internet*, computadores pessoais e redes locais e a terceira que torna possível a distribuição de computação em qualquer lugar, permitindo que comunidades consumam recursos computacionais de forma compartilhada. Essa característica disruptiva tem sido frequentemente estudada principalmente nas possíveis formas de uso e resolução de problemas em novos modelos de negócios (Efanov & Roschin, 2018, p. 1). A evolução dessa invenção é geralmente dividida em três fases, sendo elas:

- *Blockchain* 1.0: Marcada pelo advento das moedas digitais, que hoje conseguem produzir diversos benefícios frente às moedas tradicionais, como redução das taxas de transação, pela eliminação de agentes terceiros, melhores benefícios de segurança, pela anonimidade dos dados, democratização ao acesso aos sistemas financeiros, controle inflacionário promovido pelo próprio funcionamento da tecnologia, entre outros atributos (Efanov & Roschin, 2018, p. 2).

A moeda digital descentralizada ou chamada *criptomoeda* já havia sido explorada há mais de 30 anos, sendo a garantia da privacidade da moeda idealizada nos protocolos anônimos de *e-cash* dos anos 80 e 90, baseados em criptografia, porém ainda era necessário a confiança em um intermediário centralizado para garantir que não haja duplicidade de gasto.

Propostas para assumir um consenso descentralizado foram explorados pelo *b-money* de Wei Dai, com implementação de quebra-cabeças computacionais para a produção do consenso, sendo *Hal Finney*, quem propôs a implementação, nesse contexto, dos complexos quebra-cabeças *Hashcash* desenvolvidos por Adam Back (Buterin, 2013, p. 4). Entretanto, a primeira moeda de fato implementada com sucesso foi o *Bitcoin*, desenvolvida pelo Satoshi Nakamoto, em 2009. O *Bitcoin* conseguiu resolver o problema do gasto duplo, podendo transferir moedas de uma parte diretamente à outra sem passar por meio de uma instituição financeira (Nakamoto, 2008, p. 1).

O que permite que as transações sejam diretamente encaminhadas é a própria forma e conceito da tecnologia *Blockchain*, a possibilidade de registrar informações sobre as transações e distribuí-las em todos os pontos da rede³.

Os registros realizados são protegidos por uma prova de trabalho, o *Proof of Work (PoW)*, desafios que exigem alto poder computacional para resolvê-los e não há outra forma de reverter os registros a não ser refazendo a prova de trabalho, o que é computacionalmente impraticável e garante a confiabilidade nos dados. Logo, as transações do *Bitcoin* foram

receptores, que possibilitam novas formas de comunicação entre pessoas e objetos e entre objetos e objetos, em qualquer lugar e tempo, e assim descreve, como o novo paradigma da comunicação.

²Um *mainframe* é um computador de grande porte dedicado normalmente ao processamento de um volume enorme de informações. O termo *mainframe* era utilizado para se referir ao gabinete principal que alojava a unidade central de processamento nos primeiros computadores. Essa era a tecnologia emergente entre a década de 60 e 70, sendo a *International Business Machine (IBM)* a empresa que dominava amplamente o mercado de computadores, com cerca de 70% nesse período (Tigre & Noronha, 2013, p. 117).

³Esse é o conceito da rede *Peer-to-Peer (P2P)* que será abordada com mais detalhes na Seção 2.2.1

possível, baseadas não mais em confiança, mas sim em provas criptográficas (Nakamoto, 2008, p. 2).

A *Blockchain* então surgiu com a implementação do *Bitcoin* para resolução dos problemas que haviam sido apontados para o uso de moedas digitais. Conceitualmente, é um banco de dados distribuído contendo os registros das transações compartilhadas entre todos os participantes, em que a transação é confirmada por meio de um consenso entre a maioria dos membros (Efanov & Roschin, 2018, p. 1).

O *Bitcoin* começou a ganhar atenção em 2010, hoje centenas de grandes empresas ao redor do mundo aceitam a moeda como forma de troca na prestação de serviços ou produtos. Algumas dessas empresas são: A *Amazon*, a *Tesla*, a *Microsoft* e a *Bloomberg*. Além do *Bitcoin*, a *Blockchain* tem sido utilizada por mais de 1900 *altcoins*, ou seja, moedas alternativas, e que juntas elas somam um *market cap*⁴ de mais de 225 bilhões de dólares, de acordo com dados retirados da *coinmarketcap* em agosto de 2018 (Adhami, Giudici, & Martinazzi, 2018, pp. 5–6). A utilização como forma de pagamento movimenta a economia e cria um ecossistema saudável para a aplicação de suas propriedades tecnológicas.

O ponto principal das *criptomoedas* é que elas possuem 3 regras gerais de estrutura básica: a *Blockchain*, o protocolo e a moeda. Cada moeda é tipicamente uma moeda e um protocolo, e pode ter sua própria *Blockchain* ou pode ser executado no bloco *Bitcoin*. Por exemplo, a moeda *Litecoin* é executada no protocolo *Litecoin*, que é executado na *Blockchain* de *Litecoin* (*Litecoin* é ligeiramente adaptado do *Bitcoin* para melhorar em alguns recursos). Uma *Blockchain* separada significa que a moeda tem seu próprio livro razão, na mesma estrutura e formato que o livro de contabilidade *Blockchain Bitcoin* (Swan, 2015, p. 2).

Da mesma forma que existe essa possibilidade das moedas digitais para liquidação de pagamentos, surgiu a oportunidade de arrecadar dinheiro mediante o *Initial Coin Offering (ICO)* (Adhami et al., 2018, p. 7). Esse movimento é frequentemente usado para financiar o desenvolvimento de novas moedas, o arrecadador oferece algumas unidades de uma nova criptomoeda, ou um *cripto-token*, normalmente em troca de *Bitcoin*. O *ICO* mais famoso foi o do *Ethereum*, a segunda maior moeda hoje, a que possibilitou o uso dos chamados *smart contracts*, a grande contribuição para a segunda fase do desenvolvimento da *Blockchain* (Bitcoin, 2018, p. 3).

- *Blockchain 2.0*: É o próximo grande passo de desenvolvimento dessa indústria, a qual começou a partir de 2014. Seu espaço está em desenvolvimento com diversas categorias, entendimentos e classificações ainda em emergência. Enquanto o *Blockchain 1.0* está para descentralização de moedas e pagamentos, *Blockchain 2.0* está para a descentralização de mercados de uma forma geral, contemplando a transferência de vários outros ativos utilizando moeda digital e contratos, causando impacto em outras atividades da economia, com aplicações financeiras mais extensas que simples transações com dinheiro (Swan, 2015, p. 5).

A *Blockchain 2.0* ou a economia digital é a fase com a evolução para o uso de *smart contracts*, basicamente um programa de computador que consegue executar termos de um contrato pré-configurados. Isso possibilitou desenvolver diversas aplicações descentralizadas por meio da *Blockchain*, como destacado nas palavras de seu desenvolvedor Vitalik Buterin:

⁴Também chamado de capitalização de mercado, representa o valor total de mercado do ativo. Seu método de cálculo é o preço corrente vezes o número de moedas em circulação (Market, 2019, p. 1).

“... permitindo que qualquer um escreva contratos inteligentes e aplicações descentralizadas onde eles podem criar suas próprias regras arbitrárias para propriedade, formatos de transação e funções de transição de estado”⁵ (Buterin, 2013, p. 13).

O desenvolvimento desse conceito de protocolo aberto, sem um propósito único, serviu como base para aplicações financeiras, como contratos derivativos, contratos de *hedge*⁶, carteiras de poupança, testamento, aplicações semi-financeiras, como recompensas auto executáveis para solução de problemas computacionais e, também, aplicações não financeiras com as *Organizações Autônomas Descentralizadas (DAOs)* (Buterin, 2013, p. 1).

- *Blockchain 3.0*: Refere-se a diversas aplicações que não envolvem qualquer atividade financeira, ela está voltada para a aplicação em novas oportunidade de mercado, melhorar e resolver problemas de outros setores econômicos, tais como saúde, logística, segurança, energia e política.

Analisar grandes informações sobre saúde e disponibilizá-las, por exemplo, seria um grande avanço melhorando a saúde da população, também de forma preventiva, além de aumentar a precisão no atendimento ao paciente, porém o uso dessas informações ainda enfrenta problemas nos quesitos de segurança e privacidade. A discussão é válida no sentido que aborda como a tecnologia *Blockchain* pode desempenhar um papel na saúde, garantindo a distribuição íntegra e protegida dos dados. Atualmente, estudos na área apresentam soluções como utilização do protocolo IOTA, a criptomoeda da *IOT*, entre outros modelos (Brogan, Baskaran, & Ramachandran, 2018, p. 1).

A *Blockchain* também vem sendo explorada como forma de propor novos modelos da relação entre compradores, fornecedores e clientes, trazendo o conceito de economia circular e eliminando o problema a respeito da falta de informação do consumidor sobre a origem dos produtos, tomando conhecimento de toda a cadeia de suprimentos, o *Supply Chain*⁷ da empresa vendedora, isso traz transparência, reduz custos, gera governança (Casado-Vara, Prieto, Prieta, & Corchado, 2018, p. 1). Outra aplicação da *Blockchain* é na área de energia, utilizando a rede *P2P* para permitir que diversas fontes de energia sejam conectadas a vários usuários e produtores, com vistas a melhoria de eficiência energética pelo consumo dos usuários (Hwang et al., 2017, p. 194).

I.1 PERGUNTA DE PESQUISA, OBJETIVOS E MÉTODO

Diante o contexto do avanço da tecnologia *Blockchain* como potencial disruptivo para aplicação em diferentes contextos, o presente trabalho apresenta a seguinte pergunta geral de pesquisa: ***Quais são as tendências das pesquisas científicas publicadas a acerca da aplicação da tecnologia Blockchain?***

Em relação às tendências de aplicação da tecnologia, a análise deste trabalho se dá em torno de dois grandes aspectos: (1) Descrição em relação as especificidades de sua arquitetura

⁵Tradução livre.

⁶Contratos que tem por objetivo a proteção, cobertura, contra riscos das variações das taxas de juros e dos movimentos bruscos de preços. Em suma, estratégias de *hedge* são usadas com o intuito de proteger as aplicações e o patrimônio contra riscos advindos das flutuações indesejáveis (Silva, 2006, p. 4).

⁷Segundo Ching (2010, p. 51), *Supply Chain Management* é a interação de diferentes processos e atividades que visam a criação de valor dos produtos e serviços para o cliente final, assim planejando e controlando o fluxo de mercadorias, informações e recursos.

tecnológica, como o tipo de *Blockchain* implementado e seu algoritmo de consenso, como (2) Destacar, sob o ponto de vista de gestão, as possibilidades para aplicação da tecnologia e os principais atores, discutidos academicamente, como impactados após a proposição de utilização dela no mercado estudado.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é mapear aspectos da discussão acadêmica em relação a aplicação da tecnologia *Blockchain*, com os seguintes objetivos específicos:

- Criar um mapa de possibilidade de aplicação da tecnologia *Blockchain*⁸;
- Identificar os maiores apontamentos de dificuldades ou melhorias da tecnologia necessárias para implementação relatados pelos pesquisadores;
- Apresentar um mapa de priorização de agenda de pesquisa com análise de forças e fraquezas da literatura atual, com embasamento crítico para direcionamento de novas pesquisas.

O método utilizado neste trabalho é caracterizado como uma revisão de literatura. Nesse sentido, é importante frisar que a construção foi baseada em Lages Junior e Godinho Filho (2010, p. 14) e, posteriormente, disseminado pelo autor Jabbour (2013, p. 144), além de atualmente utilizado como identificado nos trabalhos de Seuring (2013), Mariano, Sobreiro, e Rebelatto (2015) e M. C. R. C. Ferreira, Sobreiro, Kimura, e Barboza (2016). A justificativa deste método se dá por ser um campo de pesquisa novo, com poucas pesquisas publicadas, sendo útil trabalhos que consigam direcionar novas pesquisas na área, com uma visão descritiva do desenvolvimento da literatura atual.

Além disso, uma outra justificativa para a construção deste trabalho é por ser o primeiro que possibilita observar o amadurecimento das pesquisas voltadas à aplicação da tecnologia *Blockchain*, descrevendo os aspectos de arquitetura mais usados, preocupações quanto à superação de limitações ainda desafiadoras para o uso pleno da tecnologia e campos de aplicação mais recorrentes.

Do ponto de vista prático, o trabalho contribui para que gestores em suas respectivas áreas de atuação, observem que talvez exista uma possibilidade de aplicação da tecnologia *Blockchain* no ecossistema em que está inserido, bem como observar as dificuldades de implementação dessa. Este trabalho limita-se na observação de uma amostra de artigos coletados em base específica observando um conjunto de etapas previamente definidas para análise, podendo existir uma gama de possibilidades não abordadas aqui.

Observando o contexto, o presente trabalho divide-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo, compilado acima, é a Introdução. O segundo capítulo consiste no Referencial Teórico, no qual, são apresentados, de maneira breve, os embasamentos teóricos, bem como a explicação de termos-chaves para o entendimento do tema. O terceiro capítulo trata-se do Método, no qual são apresentados os procedimentos utilizados para geração da base de dados do trabalho e os resultados da pesquisa. O quarto capítulo aborda os Resultados e Discussões, expondo uma análise sobre os dados coletados, e por fim, o quinto e último capítulo, a Conclusão com os principais achados desta pesquisa, apresentando as limitações, contribuições e recomendações para trabalhos futuros.

⁸Não há intenção por parte da autora de esgotar as possibilidades de aplicação, além disso, é importante ressaltar que grande parte da discussão aqui abordada não necessariamente encontra-se em plena utilização, sendo verificável na prática, mas sim proposições já anteriormente abordadas por pesquisadores dessa área do conhecimento.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

“Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.”

—Paulo Freire.

O presente capítulo visa abordar o arcabouço teórico necessário para o desenvolvimento do tema em questão, com o objetivo de (1) trazer a discussão da literatura sobre novos modelos de negócios a partir de inovações disruptivas e o impacto nesses mercados, para entendimento dos principais conceitos da área, (2) definição da *Blockchain* e suas principais características e (3) discutir textos que abordem revisões de literatura correlatas ao tema.

2.1 MODELOS DE NEGÓCIOS DISRUPTIVOS

As empresas procuram tecnologias emergentes com objetivo de ofertar novos produtos, serviços e processos, os quais impactam estruturas de negócios existentes e a forma de relacionar-se com seus clientes, porém, quando essa tecnologia consegue modificar os parâmetros da concorrência, substituindo ou até eliminando outra tecnologia antes existente e dominante no mercado, esta é considerada uma tecnologia disruptiva, possibilitando a criação uma nova forma de entrega de valor (Danneels, 2004, p. 249).

Christensen e Raynor (2003, p. 15) substituíram o termo tecnologia disruptiva por inovação disruptiva, pois argumentaram que o processo de disrupção no mercado não é causado diretamente pela tecnologia, mas sim pelo modo que ela é aplicada por parte das empresas. Logo, as inovações que conseguem enfrentar barreiras são as que de fato conseguem dar origem à novos mercados e modelos de negócios empresariais.

Considerando o conceito de tecnologia e inovação disruptiva, diversos autores, como Miranda e Zuchi (2018, p. 463), Diniz (2017, p.50) e Tapscott e Tapscott (2007, p. 21), caracterizam a *Blockchain* como uma tecnologia disruptiva, com capacidade de transformar o mundo

de modo irreversível, tão quanto à *Internet* assim o fez na década de 90. Tal processo é bem destacado nas próprias palavras desses pesquisadores, conforme apresentado a seguir:

“De cartórios a sistemas de registros de transações comerciais, todas essas atividades estão sendo ameaçadas pelo potencial disruptivo da Blockchain”¹ (Diniz, 2017, p. 49).

“Se a Internet foi o primeiro formato digital nativo da informação, então a Blockchain é o primeiro formato digital nativo do valor – o novo meio para o dinheiro”² (Tapscott & Tapscott, 2007, p. 21).

Outro conceito importante é modelo de negócios, que tornou-se presente nas discussões acadêmicas e empresariais por volta da década de 90, ao utilizar a expressão para caracterizar a forma como as empresas operavam em novos mercados influenciados pelo advento da *Internet* (Teece, 2010, p. 174).

Segundo Teece (2010, p. 175), o conceito de modelo de negócio não é bem difundido na academia, mas de um modo geral, é um método pelo qual a organização utiliza seus recursos e processos para oferecer aos seus clientes uma melhor proposta de valor que seus competidores, explorando determinada oportunidade de negócio.

Christensen e Raynor (2003, p. 102) apresentaram o conceito de modelo de negócio disruptivo, sendo a união entre inovação disruptiva e um modelo de negócio. Esta estrutura representa uma junção entre as ideias criativas na exploração de tecnologias e a implementação econômica dessa inovação. Diversos modelos de negócios estão surgindo por meio da utilização da tecnologia *Blockchain*, que possuem por essência a disrupção. A possibilidade da emergência desses novos mercados foi por meio da identificação e exploração de oportunidades baseadas em falhas de mercado (Ciccarino & Araki, 2017, p. 4).

Especificamente, a *Blockchain* atua sobre a falha de mercado resultante do custo de transação, pois quanto mais intermediários existem em uma transação, mais se aumenta a complexidade e a insegurança do processo tornando-o mais moroso e caro. Ao diminuir a necessidade de se utilizar intermediários para se estabelecer confiança para realização de transações, a *Blockchain* pode prescindir de uma série de tarefas que hoje são ofertadas por intermediários de confiança (Ciccarino & Araki, 2017, p. 4).

Nesse viés, se existe uma falha de mercado que permite a criação desse sistema, a existência de mercados a serem explorados por essa falha deve ser respondida mediante a criação de novos negócios. De acordo com Ciccarino e Araki (2017, p. 11), a *Blockchain* pode atuar reduzindo as barreiras de entrada de algumas indústrias democratizando o acesso à recursos e encurtando a distância entre os agentes em uma negociação.

Para compreensão do ecossistema que a tecnologia *Blockchain* está criando, bem como o entendimento do impacto disruptivo do ponto de vista de negócios, as próximas seções deste trabalho visam caracterizar a tecnologia do ponto de vista conceitual e sob perspectiva de outros autores acerca de sua aplicação, para cumprimento de objetivos desta pesquisa.

2.2 CONCEITOS BÁSICOS DA REDE *BLOCKCHAIN*

O conceito disseminado sobre a rede *Blockchain* na literatura é bem apaziguado e diz respeito, especificadamente, sobre suas características de funcionamento. Uma explicação para essa forma de conceituação por parte dos pesquisadores é que na publicação do *paper*: “*Bitcoin*:

¹Tradução livre.

²Tradução livre.



Figura 2.1: *Distributed Ledges e Blockchain.*

Fonte: Adaptado de Belin (2017, p. 3).

a *Peer-To-Peer Electronic Chash System*”, do autor *Satoshi Nakamoto*, o qual deu origem à tecnologia como é amplamente conhecida hoje, não houve menção do termo “*Blockchain*” e sim, utilização das palavras separadamente como “*block*” e “*chain*”.

O termo se popularizou como “*Blockchain*”, sendo conceituada como um livro público gerenciado por uma rede *P2P*³ em que as transações são validadas e registradas por um consenso distribuído na rede, eliminando assim, a necessidade de uma entidade central confiável. Uma vez a informação publicada, ela se torna irreversível e verificável na cadeia de blocos (Chen, 2018, p. 2).

Também definido como um sistema de base de dados distribuído, considerado pelo o número de nós mantidos em conjunto pela *Distributed Ledger Technology (DLT)*, sendo difícil de forjar e falsificar. O recurso imutável não é derivado do uso de uma determinada operação do seus sistemas e sim, de uma característica do seu próprio mecanismo (J. Li, Wu, & Chen, 2018, p. 3). Segundo Mills et al. (2016, p. 10), uma *DLT* é um tipo de banco de dados compartilhados entre nós de uma rede, sendo a tecnologia *Blockchain* um tipo de *DLT* e não sinônimos. A diferenciação pode ser observada na Figura 2.1.

O nome *Blockchain* refere-se aos “blocos” que são adicionados à cadeia de registros de transação. Para facilitar isso, a tecnologia usa assinaturas criptográficas chamadas de *hash*. Embora *Blockchain* seja uma sequência de blocos, o conceito para ser uma *DLT* não exige essa cadeia (Belin, 2017, p. 1). O conceito básico da *Blockchain* é, portanto, normalmente referenciado como banco de dados distribuído ou livro público, sempre com menção à sua arquitetura básica, a rede *P2P* e suas características de descentralização e imutabilidade.

2.2.1 REDE *P2P*

Conceitualmente, uma arquitetura de rede distribuída pode ser chamada de rede *P2P* se seus participantes compartilham parte de seus recursos de *hardware*, como poder de processamento, capacidade de armazenamento, impressoras, sendo este compartilhamento de recursos necessários para fornecer o serviço e conteúdo oferecido pela rede, por exemplo, no compartilhamento de arquivos (Schollmeier, 2002, p. 101).

De acordo com o exposto acima, os recursos precisam ser acessíveis a outra parte diretamente, sem passar por entidades intermediárias. Os participantes de tal rede são esquematicamente

³O conceito será abordado na Seção 2.2.1.

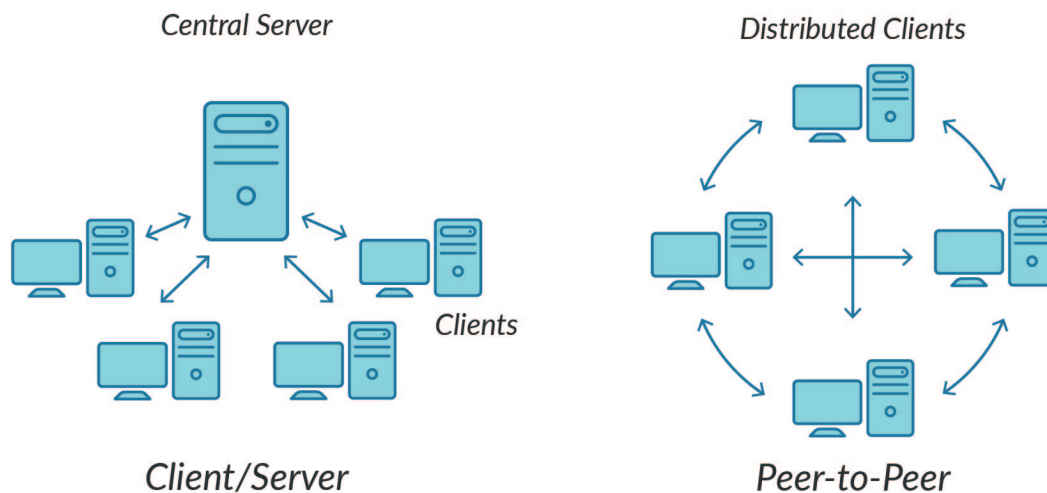


Figura 2.2: Comparação Rede *Peer-To-Peer* e Rede Cliente/Servidor.
Fonte: Adaptado de Phillips (2014, p. 1).

apresentados na Figura 2.2. Além disso, nessa mesma figura é possível destacar que os principais participantes de uma rede são:

1. Provedores de recursos (serviços e conteúdos);
2. Solicitantes (*Servent-Concept*) de recursos (serviços e conteúdos).

Segundo Schollmeier (2002, p. 102), para ser capaz de distinguir rede *P2P* com uma entidade central de uma sem nenhuma entidade é necessário dividir a definição entre rede *P2P* “pura” da rede *P2P* “híbrida”. Aquela, possui participantes provedores e solicitantes de recursos, com compartilhamento, porém, se arbitrariamente uma entidade terminal for removida da rede não há perda de serviço, enquanto esta, parte dos serviços da rede são providas por uma entidade central.

Apesar das diferenciações entre tipos de redes *P2P*, a diferença significativa que há do tipo de prestação de serviços de um sistema cliente/servidor tradicional e das redes *P2P* são que nos sistemas comuns (cliente/servidor) os clientes não compartilham nenhum dos recursos.

No conceito cliente/servidor existe apenas uma entidade central, que fornece todo o conteúdo e serviços oferecidos em uma determinada rede. O cliente só solicita conteúdo ou a execução de serviços, sem compartilhar seus próprios recursos, ou seja, só há participantes da rede na forma “solicitante” (Schollmeier, 2002, p. 102).

De acordo com Nakamoto (2008, p. 1), a utilização da rede *P2P* é uma das propostas de solução para o problema de gasto duplo com moedas digitais. O protocolo do *Bitcoin* proposto por ele, foi a rede *P2P* “pura”, permitindo assim, o envio de pagamentos *online* diretamente de uma pessoa para outra sem ter que passar por uma instituição financeira, ausência de entidade central. Além disso, é válido destacar que as outras soluções são: uma rede que registra data e hora das transações, carimbos de tempo, e o uso de um mecanismo de consenso, o *PoW*, que serão detalhados a seguir nas Seções 2.2.2 e 2.2.3.

2.2.2 CARIMBOS DE TEMPO

Para a efetivação de transações com a ausência de um intermediário de confiança, era necessário um modelo, segundo Nakamoto (2008, p. 2), baseado em uma “casa da moeda”, na

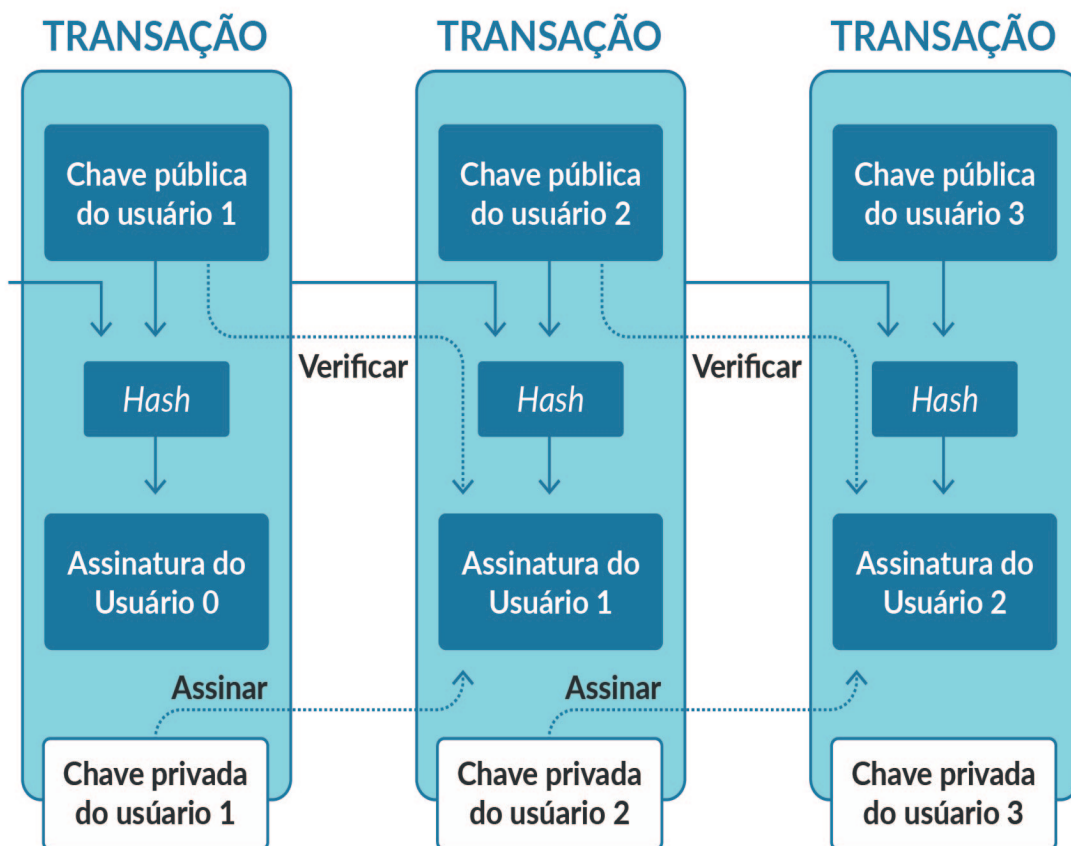


Figura 2.3: Transações na *Blockchain*.
 Fonte: Adaptado de Nakamoto (2008, p. 2).

qual todos os participantes da rede concordassem sobre qual foi a primeira transação recebida. A forma de decisão em qual delas chegou primeiro era por meio do conhecimento de todas as transações, ou seja, elas necessitavam estar publicamente anunciadas.

A estrutura da tecnologia *Blockchain* comporta funções *hash* e assinaturas digitais. Sendo assim, é importante especificar que as funções *hash*, também conhecida como chaves públicas, aumentam a segurança e dificultam a adulteração dos dados armazenados. Por outro lado, a assinatura digital, chave privada do usuário, por sua vez, autentica a origem de toda atividade (transação) armazenada em um bloco. Um beneficiário pode conferir as assinaturas para verificar a cadeia de propriedade (Lucena & Henriques, 2018; Nakamoto, 2008, p. 2; p. 2). O funcionamento básico pode ser observado na Figura 2.3.

É importante frisar que a *Blockchain* é capaz de armazenar em um bloco o *hash* anterior e organizar as transações de um bloco. Assim, qualquer modificação em uma transação é percebida e qualquer adulteração em um bloco é perceptível devido à discrepância que surge com o *hash* armazenado no cabeçalho do próximo bloco (Lucena & Henriques, 2018, p. 2).

A solução proposta por Nakamoto (2008, p. 2) é de um servidor de carimbos de tempo, o *Timestamp Server*. No tocante a esse processo, a função básica é publicar amplamente o *hash* de um bloco de itens para serem carimbados, formando uma corrente, com cada carimbo de tempo adicional reforçando os anteriores, conforme ilustrado na Figura 2.4.

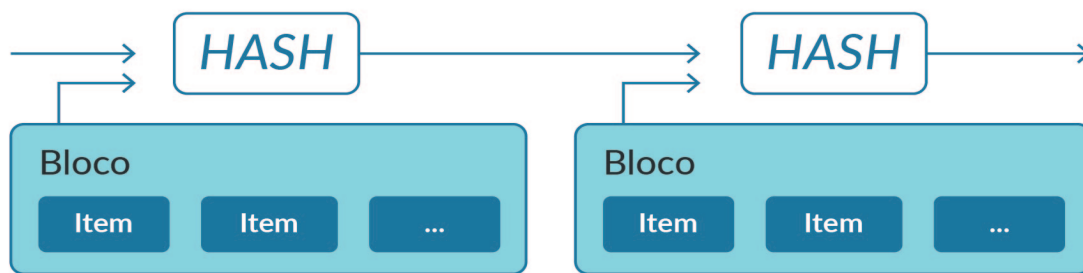


Figura 2.4: Funcionamento dos carimbos de tempo.

Fonte: Adaptado de Nakamoto (2008, p. 2).

2.2.3 MECANISMOS DE CONSENSO

O mecanismo ou algoritmo de consenso desempenha um papel crucial mantendo a segurança e eficiência da *Blockchain*. Existem diversos mecanismos e a depender de suas características, utilizar o mais apropriado para a aplicação pode trazer aumentos significativos em seu desempenho (Mingxiao, Xiaofeng, Zhe, Xiangwei, & Qijun, 2017, p. 2567).

Todos os nós da rede *Blockchain* possuem o mesmo *status*, a forma de alcançar um consenso é mediante um acordo prévio das regras e a observância do princípio da dominância majoritária. Os nós efetivamente podem resolver os problemas de transação implementando funções de dados de armazenamento distribuído e reconhecendo informações de transações em que os outros nós não são totalmente confiáveis, tais regras são seus mecanismos de consenso (Mingxiao et al., 2017, p. 2567).

As aplicações da *Blockchain* necessitam resolver dois problemas, são eles: (1) O gasto duplo, previamente mencionado, e o (2) Problema dos generais bizantinos. Nesses pontos em que atuam os mecanismos de consenso promovendo a segurança das transações. De maneira mais detalhada, tais problemas podem ser expressos como:

1. Gasto duplo: Significa a possibilidade de reutilizar a moeda em duas transações ao mesmo tempo, tal problema, tradicionalmente, é resolvido com a necessidade de validação por parte de uma instituição centralizada. A *Blockchain* resolve com auxílio da verificação das transações por muitos nós distribuídos juntos;
2. Problema dos Generais Bizantinos: Segundo Leslie Lamport e Pease (1982, pp. 382–383) esse problema decorre da possibilidade de um componente do sistema com falha exibir um tipo de comportamento e enviar informações conflitantes para diferentes partes, logo uma rede confiável deve ser capaz de lidar com uma ou mais falhas. Esse problema, nas mesmas palavras dos autores, pode ser melhor expresso como:

“Imaginamos que várias divisões do exército bizantino estão acampadas do lado de fora de uma cidade inimiga, cada divisão comandada por seu próprio general. Os generais podem comunicar-se entre si apenas pelo mensageiro. Depois de observar o inimigo, eles devem decidir sobre um plano de ação comum. No entanto, alguns dos generais podem ser traidores, tentando impedir que os generais leais cheguem a um acordo. Os generais devem ter um algoritmo para garantir que:

- (a) *Todos os generais leais decidem o mesmo plano de ação;*
- (b) *Um pequeno número de traidores não pode fazer com que os generais leais adotem um plano errado (Leslie Lamport & Pease, 1982, pp. 382–383).”⁴*

⁴Tradução livre.

Nesse viés, os dados podem ser entregues entre nós diferentes por meio de comunicações em uma rede *P2P*. No entanto, alguns nós podem ser atacados maliciosamente, o que ocasionalmente gera a condução de alterações dos conteúdos de comunicação. Nós normais possuem a necessidade de distinguir as informações que foram adulteradas e obter os resultados consistentes com outros nós normais. A solução depende do *design* do algoritmo de consenso correspondente utilizado (Mingxiao et al., 2017, p. 2567).

Segundo Mingxiao et al. (2017, p. 2568), algoritmos de consenso já foram estudados por muitos anos para sua aplicação em sistemas distribuídos. Sendo assim, de forma resumida, segue nesta seção uma descrição dos princípios de funcionamento dos principais algoritmos de consenso utilizados em diferentes aplicações da *Blockchain*:

- *PoW*: É o algoritmo de consenso do *Bitcoin*. Sua ideia é alocar os direitos e recompensas da rede por meio de competição de poder de *hashing* entre os nós. Baseado nas informações do bloco anterior, os diferentes nós calculam a solução específica de um problema matemático, computacionalmente difícil de responder, sendo o primeiro nó que resolver o desafio pode criar o próximo bloco e receber certa quantidade de recompensa com *Bitcoin* (Mingxiao et al., 2017, p. 2568);
- *Proof of Stake (PoS)*: Esse algoritmo foi mencionado no primeiro projeto *Bitcoin*, mas não foi usado principalmente por causa de sua robustez. Nele, a moeda digital tem o conceito de idade da moeda. A idade de uma moeda é o seu valor multiplicado pelo período após a sua criação, isso quer dizer que o quanto mais um nó contiver as moedas, mais direitos ele poderá obter na rede. Os titulares das moedas também receberão uma certa recompensa de acordo com a idade da moeda. O *PoS* limita o poder de *hashing* de cada nó, sendo a dificuldade da mineração, inversamente proporcional à idade da moeda. Um dos pontos mais interessantes da *PoS* é que ela incentiva os detentores de moedas a aumentarem a participação ao decorrer do tempo, com esse conceito, a *Blockchain* não é mais confiada inteiramente na prova de trabalho, o que efetivamente resolve o problema de desperdício de recursos que é constante no *PoW*. A segurança da *Blockchain* usando *PoS* também melhora, pois os atacantes precisam acumular um grande número de moedas e segurá-las o tempo suficiente para atacar a *Blockchain* (Mingxiao et al., 2017, p. 2568);
- *Delegated Proof of Stake (DPoS)*: O modelo remete, de certa forma, a um modelo democrático, pois detentores da moeda tem poder de voto de acordo com a quantidade de moedas que possuem, podendo eleger representantes/testemunhas que serão parte do grupo de criação dos novos blocos. Na *Blockchain* com *DPoS* cada nó pode selecionar as testemunhas com base em sua participação na rede. Em toda a rede, as principais testemunhas *N* que participaram da campanha e obtiveram o maior número de votos terá direito de minerar o bloco. O número *N* de testemunhas é definido como que pelo menos 50% das partes votantes acreditam que existe descentralização suficiente. As testemunhas eleitas criam novos blocos um por um como atribuído e conseguem obter as recompensas em prol disso (Mingxiao et al., 2017, p. 2568);
- *Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)*: O algoritmo assume desde o início que poderia haver falhas possíveis na rede e alguns nós independentes podem funcionar mal em determinados momentos. Tal algoritmo é projetado para sistemas de consenso assíncrono e otimizado para lidar com todo o problema. Além disso, todos os nós dentro do sistema são organizados em uma ordem específica, em que um nó é selecionado como o principal e outros funcionam como o plano de *backup*. No entanto, todos os nós dentro

do sistema trabalham em harmonia e se comunicam entre si, onde o nível de comunicação é bastante alto para verificar todas as informações encontradas na rede, eliminando o problema de informações não confiáveis. No entanto, com esse novo processo, eles podem descobrir se um dos nós é comprometido. Todos os nós chegam a um acordo por votação majoritária (Lamounier, 2019, p. 14);

- *Raft*: Esse algoritmo tem como objetivo fazer com que os processos concordem em executar a mesma sequência de requisições, enquanto toleram o *crash* de uma parcela de processos. Uma requisição está confirmada quando a maioria dos processos concordou em executá-la. Em cada processo há uma máquina de estado ao qual ele aplica requisições para processamento. Para uma requisição ser aplicada à máquina de estado ela precisa estar confirmada e todas as requisições anteriores devem estar processadas. Um processo envia a mensagem de retorno de uma requisição ao cliente quando a máquina de estado termina o seu processamento (Pinho, Lung, Rech, & Correia, 2016, p. 5).

2.2.4 TIPOS DE *BLOCKCHAIN*

Existem diferentes tipos de *Blockchain* e a presente subseção tem por objetivo conceituar cada uma delas. De maneira mais detalhada, as três categorias de *Blockchain*, público, privado e híbrido permissionado são detalhadas a seguir:

- *Blockchain* público: Um *Blockchain* público significa que é acessível a todos as pessoas em uma área pública, no qual todos podem se tornar um dos nós e fazer contribuições para obter as recompensas após o atendimento das regras. Não há relações de confiança entre os nós. Esse é um tipo completamente aberto e descentralizado em que todas as transações nunca podem ser alteradas ou revogadas. Os algoritmos de consenso *PoW*, *PoS* e *DPoS* são escolhas comuns de *Blockchains* do tipo público (Mingxiao et al., 2017, p. 2571);
- *Blockchain* privado: Significa que o dono da *Blockchain* tem a autoridade máxima para alterar as informações e o resto dos nós têm acesso limitado à leitura. Comparado ao *Blockchain* público, o privado tem as características de fácil modificação e baixo custo de transação. A *Blockchain* privada é aplicado a redes mais fechadas, como a *intranet*. Para esse tipo, é possível utilizar os mecanismos de consenso *PBFT* e *Raft*, de acordo com o tamanho da rede (Mingxiao et al., 2017, p. 2571);
- *Blockchain* permissionado: Significa que a *Blockchain* é composto por muitas partes e os principais nós são pré-especificados pelos participantes. Os membros da rede não confiam plenamente nos outros. Cada participante seleciona seu próprio nó de consenso de acordo com as regras. Esse tipo é adequado para a rede semi-fechada, construído por empresas diferentes. O melhor uso para esse cenário é o mecanismo de consenso *PBFT* (Mingxiao et al., 2017, p. 2571).

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

A presente seção tem como objetivo apresentar outras revisões de literatura publicadas, discutindo suas principais conclusões acerca do desenvolvimento de pesquisas sobre o tema *Blockchain*. O número de trabalhos realizados com o objetivo de revisão são reduzidos e apresentam diferentes enfoques e abordagens, mas no geral, há conclusões sobre a identificação de *gaps* na literatura, bem como os aspectos mais estudados.

No estudo de Yli-Huumo, Ko, Choi, Park, e Smolander (2016, p. 1) foi realizado um mapeamento sistemático coletando pesquisas acerca da *Blockchain* com o objetivo de entender os temas de pesquisa mais recorrentes, desafios e futuras direções da tecnologia, porém com uma perspectiva técnica. Para tal, os artigos foram selecionados com busca em seis bases científicas multidisciplinares, sendo escolhidos por meio de análise de título, ao final, seu trabalho se deu com estudo sobre 41 artigos.

Uma das primeiras constatações no estudo foi que a área de pesquisa sobre *Blockchain* é muito recente, sendo todos os artigos investigados por eles publicados depois do ano de 2012, com 56% publicados em 2015. Um resultado semelhante foi divulgado no estudo de J. E. Ferreira, Pinto, e Santos (2017, p. 9), no qual o maior número de artigos em sua análise foi publicada em 2016, ano em que a análise havia sido feita.

O resultado acima mencionado não é uma surpresa, visto que a ideia do *Bitcoin* e consequentemente da *Blockchain* foi apenas desenvolvida em 2008 (Yli-Huumo et al., 2016, p. 9). Um ponto de desvantagem do desenvolvimento da literatura sobre o tema que decorre em consequência de tal fato, é o baixo número de publicações de alta qualidade em canais de publicação em nível de *journals*, sendo a maior parte da pesquisa publicada em conferências, simpósios e *workshops*.

Tal resultado foi expressado pela pesquisa realizada por Yli-Huumo et al. (2016, p. 10) em que 56% dos artigos foram publicados em conferência, 29,2% em *workshops* e 9,7% em simpósios. Uma sugestão expressa pelos autores é a necessidade de revistas de alta qualidade em que o foco seja a *Blockchain*.

Sobre o tema abordado pelos pesquisadores analisados, de acordo com Yli-Huumo et al. (2016, p. 1), cerca de 80% dos artigos tratam do sistema do *Bitcoin* e menos de 20% sobre outras aplicações da *Blockchain*, como, por exemplo, contratos inteligentes. Seus resultados indicam que as direções de pesquisa na área ainda não são tão claras, mas que atualmente o *Bitcoin* tem recebido muita atenção como *criptomoeda*, na qual muitas pessoas estão negociando com elas diariamente, sendo de fato um dos principais temas ainda estudados pela literatura nos próximos anos e atraído tanto da perspectiva de negócios como de técnica.

Ademais, é válido destacar que o estudo menciona que pesquisas futuras serão conduzidas em outras criptomoedas, além de demais possíveis aplicações com uso da *Blockchain*, como, por exemplo, utilização de contratos inteligentes e *IOT*, sendo possivelmente uma área de estudo ainda mais impactante no futuro do que as *criptomoedas* (Yli-Huumo et al., 2016, p. 22).

Uma outra revisão de literatura interessante foi a de Risius e Spohrer (2017, p. 387), a qual teve como objetivo desenvolver um *framework* que guiasse futuras pesquisas na área e priorizasse seus temas. Para tal, eles realizaram uma busca dos termos *block chain* e *Blockchain* em cinco bases de dados diferentes, focando em somente trabalhos que apresentaram melhorias técnicas no protocolo da *Blockchain*. Ao final da busca e seleção de artigos para análise, a amostra final conteve 69 trabalhos.

Para condução da pesquisa, foi utilizado como base o *framework* adaptado de Aral, Del-larocas, e Godes (2013, pp. 4–11). A análise é feita por meio da interseção das atividades que os desenvolvedores e usuários da *Blockchain* podem realizar, juntamente com os níveis de análise que cada uma dessas atividades podem influenciar⁵.

Uma das conclusões do artigo foi que as pesquisas têm se concentrado predominantemente em questões tecnológicas de *design* e recursos, ou seja, discutem como os sistemas são

⁵Na classificação dos autores, as atividades podem ser: (1) *design* de recursos; (2) medição e valor; e (3) gestão e organização e os níveis de análise: (1) usuários e sociedade; (2) intermediários; (3) plataformas; e (4) empresas e indústrias. Tais classificações foram reutilizadas para confecção deste trabalho, sendo incorporada como uma das classificações posteriormente utilizadas. A conceituação, bem como explanação das adaptações para utilização por este trabalho, serão especificadas no capítulo de método. Para o presente capítulo faz-se necessário o entendimento apenas das principais conclusões levantadas pelo trabalho base desenvolvido pelos autores.

projetados, os efeitos de suas características, focando mais no desenvolvimento de aspectos técnicos, ao mesmo tempo em que negligenciam a aplicação, a criação de valor e a governança, que seriam análises voltadas mais para as atividades táticas e estratégicas da utilização dos protocolos de *Blockchain*, por exemplo, as análises de benefícios e vantagens competitivas de seu uso (Risius & Spohrer, 2017, p. 385).

Em consonância com o resultado em que a maioria dos trabalhos focam nas características do protocolo, de acordo com Risius e Spohrer (2017, p. 386), revisões recentes de documentos técnicos sobre *Blockchain* mostram que os trabalhos acadêmicos dissertam sobre as melhorias e desafios de protótipos atuais, principalmente para as *criptomoedas* em geral e para o *Bitcoin* em particular, o que também confere com os estudos divulgados por Yli-Huumo et al. (2016, p. 1), já anteriormente citado.

Pode-se dizer que os dois autores, Risius e Spohrer (2017, p. 385) e Yli-Huumo et al. (2016, p. 1), entram em acordo em relação que a grande maioria das pesquisas encontradas tratam sobre as características especificadamente do *Bitcoin*, além do mais, de acordo com Yli-Huumo et al. (2016, p. 21), o assunto principal é sobre desenvolver as limitações da tecnologia acerca de privacidade e segurança, apesar de muitas das soluções propostas carecerem de avaliações concretas em efetividade.

Ainda de acordo com esse último autor, muitos outros desafios relacionados à escalabilidade, versionamento, *hard forks*, múltiplas cadeias, que são consideradas como outras possíveis dificuldades de implementação da tecnologia, são pouco estudados. Esse resultado pode ser considerado como o maior *gap* na literatura, sendo tal tópico ainda não explorado pelos pesquisadores por conta das aplicações de *Blockchain* ainda serem pequenas (Yli-Huumo et al., 2016, p. 21).

Outro ponto de análise que foi também abordado por Risius e Spohrer (2017, pp. 404–405) foi que atualmente a tecnologia não é atendida por abordagens de pesquisa correspondentemente abrangentes e multidisciplinares. Isso deixa um grande potencial para pesquisas futuras para melhorar a compreensão dos termos para o indivíduo, os processos de negócios e a sociedade em geral. Dos 69 artigos analisados, 46 artigos (cerca de 67%) são da área de ciência da computação e sistemas da informação.

De acordo com o autor, as colaborações entre fronteiras disciplinares são frutíferas e realmente necessárias para pesquisa em sistemas do *Blockchain* e que esse seja o caminho para lidar com as implicações da tecnologia e para informar a sociedade, indústria e academia como moldá-la para alavancar os benefícios potenciais em particular.

Outro trabalho de revisão sobre o tema foi elaborado por J. E. Ferreira et al. (2017, p. 108), o qual analisou 21 artigos de bases científicas com o intuito de demonstrar o potencial disruptivo da tecnologia e como ela pode ser adaptada por muitas indústrias. Um ponto interessante abordado pelo artigo foi a constatação das principais indústrias de discussão da aplicação da tecnologia, que apesar de ainda não tão exploradas, são elas: serviços financeiros, alimentos, energia, saúde e governo.

CAPÍTULO 3

MÉTODO

“O método científico é comprovado e verdadeiro. Não é perfeito, é apenas o melhor que temos. Abandoná-lo, junto com seus protocolos céticos, é o caminho para uma idade das trevas.”

—Carl Sagan.

O presente capítulo objetiva cumprir com cinco principais objetivos, são eles: Apresentar a classificação da pesquisa, discutir sobre os procedimentos adotados para a construção do trabalho, descrever as estratégias de busca e segmentação utilizados para selecionar os dados que compuseram a base para análise do trabalho, justificar e descrever as classificações e os respectivos códigos designados para consolidação dos resultados e, por fim, apresentar os procedimentos e *framework* de análise de dados para discussão de resultados e conclusões finais.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente seção tem por objetivo classificar este trabalho baseado em três principais perspectivas, são elas: classificação com base nos objetivos, na abordagem e em seus procedimentos técnicos.

- Classificação com base em seus objetivos: A pesquisa é classificada como exploratória, pois representa uma fase preliminar de estudo sobre o tema, seu grande objetivo é obter mais informações sobre o assunto, uma vez que documentos ou artigos sobre a tecnologia *Blockchain* ainda estão em processo de maturação. Assim, faz-se necessário um estudo inicial para fomentar a discussão e direcionar novas descobertas científicas visto que:

Explorar é tipicamente a primeira aproximação com o tema e visa criar maior familiaridade em relação a um fato ou fenômeno. Quase sempre busca-se essa familiaridade

pela prospecção de materiais que possam informar ao pesquisador a real importância do problema, o estágio em que se encontram as informações já disponíveis à respeito do assunto e até mesmo, revelar ao pesquisador novas fontes de informações (Santos, 2007, p. 26).

- Classificação com base na abordagem: Baseado em Hernandez (2010, p. 4), existem três enfoques que podem ser utilizados em pesquisas científicas: Qualitativo, quantitativo e misto. A pesquisa com enfoque qualitativo possui um processo indutivo¹, e com análise subjetiva, seu principal ganho é a amplitude, profundidade de ideias, riqueza interpretativa e contextualização do fenômeno;

A pesquisa quantitativa tem como principal característica a medição dos fenômenos por meio de modelos estatísticos e métodos de experimentação em situações de causa e efeito. Seu processo é sequencial, comprobatório, com análise objetiva. Sendo os principais benefícios a possibilidade de predição, replicação e controle sobre as variáveis. O método misto é a utilização conjunta entre os dois métodos, quantitativo e qualitativo Hernandez (2010, p. 4);

Com base no exposto, este trabalho possui um enfoque misto, visto que: 1) Há uma análise qualitativa sobre a bibliografia selecionada, objetivando extrair interpretações sobre os dados e atribuição de significados; e 2) Enfoque quantitativo, na qual a tradução qualitativa consegue ser metrificada para análise de dados de forma objetiva e replicável;

- Classificação com base no procedimento técnico: Esta é uma pesquisa bibliográfica, ou seja, feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos como, por exemplo, livros, artigos científicos e páginas de *web sites* (Gil, 2008, p. 72). O principal ganho nesse processo é analisar o tema com maior profundidade, avaliar a literatura e definir caminhos de pesquisa por meio da identificação de *gaps*;

Para isto, a pesquisa bibliográfica é realizada mediante uma revisão sistemática da literatura. Essa é um tipo de investigação científica que tem como objetivo levantar, reunir, avaliar criticamente o método de pesquisa e sintetizar os resultados de diversos estudos primários. Assim, busca responder a uma pergunta de pesquisa claramente formulada utilizando métodos sistemáticos e explícitos para recuperar, selecionar e avaliar os resultados de estudos relevantes (Vosgerau & Romanowski, 2014, p. 168).

3.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

O procedimento adotado para a revisão de literatura foi baseado no trabalho desenvolvido por Lages Junior e Godinho Filho (2010, p. 14) e, posteriormente, disseminado pelo autor Jabbour (2013, p. 144), sendo atualmente utilizado como identificado nos trabalhos de Seuring (2013), Mariano et al. (2015) e M. C. R. C. Ferreira et al. (2016). Esse método é resumido nos cinco passos demonstrados a seguir:

- Primeiro passo: Coletar artigos relacionados ao tema pesquisado em qualificada base acadêmica;
- Segundo passo: Desenvolver um sistema de classificação específico, com uma estrutura lógica de códigos;

¹Segundo Gil (2008, p. 10), o método indutivo é responsável pela generalização, parte de algo particular para uma questão mais ampla, procedendo inversamente ao processo dedutivo.

- Terceiro passo: Aplicar a classificação na base de artigos selecionados, objetivando encontrar lacunas no tema;
- Quarto passo: Produzir um perfil de pesquisa baseado nos *insights* levantados pela classificação;
- Quinto passo: Analisar e sugerir uma agenda de pesquisa baseada nos *gaps* encontrados, assim como identificar oportunidades de investigação e desafios da literatura.

Cada um dos passos descritos acima serão detalhados nas próximas seções deste capítulo.

3.3 BASE DE DADOS

Os procedimentos adotados para a construção da base de dados para esse tipo de trabalho são aspectos bastante sensíveis. A presente seção aborda primeiramente a estratégia de busca, utilizada na plataforma de dados, *Science Direct*², os campos de pesquisa aplicados, como a estratégia de busca, posteriormente, explicita sobre a estratégia de segmentação, ressaltando as análises realizadas para a seleção refinada dos artigos que compuseram a base de dados final do trabalho.

3.3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Para cumprir o primeiro passo, os trabalhos ou artigos foram extraídos da plataforma de busca *Science Direct*. A escolha deu-se: (1) Pela gama de periódicos indexados, mais de 14 milhões de publicações de mais de 3.800 revistas, dentre eles, periódicos de tecnologia e ciências sociais aplicadas, o que torna a busca pertinente à área de estudo, além disso, (2) é a plataforma mais importante da *Elsevier*³ de literatura acadêmica com revisão por pares (Elsevier, 2018, p. 1).

Outro fator determinante para a escolha da plataforma foi (3) a quantidade de filtros possíveis de serem utilizados para montagem da estratégia de busca proposta, o que torna a pesquisa mais efetiva. Nesse sentido, é válido destacar que os campos de pesquisa utilizados foram:

- *Advanced Search*: Na *Science Direct* a busca pode ser realizada por *keywords*, *author name*, *journal/book title*, *volume*, *issue*, *page* ou *advanced search*. O campo de busca utilizado foi o *advanced search*;
- *Title, Abstract or Keywords*: Baseado nos operadores lógicos booleanos, para combinação de mais termos em uma pesquisa, foram inseridos no campo de busca por título, resumo ou palavras-chave os termos: “*Blockchain*” OR⁴ “*block chain*”;

²A maior plataforma da *Elsevier* de literatura acadêmica com revisão por pares. Bibliotecas de universidades e instituições oferecem acesso à *Science Direct* para suas comunidades de pesquisadores, sendo uma plataforma que combina textos completos nas áreas científica, técnica e de saúde com diversas ferramentas de busca (Elsevier, 2018, p.1).

³A *Elsevier* é uma companhia de publicações que foi fundada em 1880. A empresa evoluiu de uma pequena editora holandesa dedicada a publicações acadêmicas clássicas para uma companhia de publicações multimídia internacional que oferece mais de 20.000 produtos para as comunidades da área de educação, ciências e saúde de todo o mundo (Elsevier, 2019, p. 1).

⁴Nesse contexto, o operador OR funciona como a palavra “ou”, mostrando a união dos conjuntos, ou seja, a base de dados fornece a lista dos artigos que contenham pelo menos uma das palavras, ampliando o resultado da pesquisa.

- *Article Types*: Na categoria de tipos de artigos, a busca utilizou “*review articles*” e “*research articles*”. O objetivo é adotar a maior forma de veiculação de pesquisa hoje, artigos científicos, para utilizar como padrão de análise desse trabalho. Tanto artigos originais, que caracterizam por publicações que envolvem abordagens teórico-práticas referentes a pesquisas, revelando resultados conclusivos e significativos, como artigos de revisão que relatam o conhecimento explícito disponível sobre determinado tema, mediante análise e interpretação (Boccatto, 2006, p. 271);
- Recorte temporal: Na categoria de anos foram selecionados somente os trabalhos posteriores à 2008⁵. Esse recorte foi necessário para retornar resultados pertinentes ao estudo pós publicação do *paper* de Nakamoto (2008) que, por sua vez, apresentou as ideias iniciais da *Blockchain*, logo, qualquer trabalho que utilizou a nomenclatura anterior à essa data não seriam considerados como aplicação da tecnologia *Blockchain* como a discutida por este trabalho.

Os dados foram coletados no dia 07 de agosto de 2018. O acesso livre à plataforma *Science Direct* foi obtido por meio do Portal de Periódicos CAPES, proporcionado aos alunos da *Universidade de Brasília (UnB)*. Mediante os campos de busca e filtros aplicados, retornaram 92 artigos que, conforme descrito a seguir, foram analisados para composição final da base de dados.

3.3.2 ESTRATÉGIA DE SEGMENTAÇÃO

Dos 92 artigos coletados, uma primeira leitura baseada no título, resumo e palavras-chave foi conduzida para identificar os artigos que não discutiam sobre aplicação da tecnologia *Blockchain*. Com auxílio do *software Microsoft Excel*[©], os artigos foram tabulados considerando seu objetivo central.

A análise sobre o objetivo do trabalho é decorrente dos resultados finais que ele propôs a gerar, alguns dos artigos apresentaram a própria rede da *Blockchain* e seu resultado central era para promover um desenvolvimento da tecnologia em aspectos estritamente técnicos e não uma discussão de sua aplicação, por esse motivo foram excluídos.

Outros artigos suprimidos ou eliminados discutiam sobre o ecossistema do *Bitcoin*, apesar de mencionarem sobre a tecnologia *Blockchain* e utilizarem ela, a discussão abordava um foco relacionado com o universo de *criptomoedas*, sem discussão sobre a tecnologia aplicada em si. Por exemplo, técnicas de Análise Gráfica para investimentos em *criptomoedas*.

Artigos com discussão conceitual, estritamente teóricos, foram incluídos na base se abordavam o assunto para aplicações da *Blockchain*, como revisões de literatura. Entretanto, caso o artigo tinha como objetivo discussões puramente conceituais ou implicações jurídicas, essas foram excluídas da base de dados. Em suma, artigos selecionados possuem um ou mais campos de aplicação da tecnologia *Blockchain* tanto com um viés de inovação no mercado e oportunidades de negócios, como para melhorar uma outra tecnologia já existente, é o caso de aplicação para otimização da *IOT*.

O processo executado para a geração dos dados está descrito sinteticamente na Figura 3.1. Após realização da análise de objetivos, 45 artigos compuseram a base final deste trabalho e seguiram para o segundo passo, isto é, a classificação e codificação dos artigos.

⁵O artigo “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, de Satoshi Nakamoto, concebeu a tecnologia *Blockchain* como é conhecida hoje, por meio do código fonte original do *Bitcoin*, porém o *paper* ainda não menciona essa terminologia (Marquéz, 2019, p. 1).

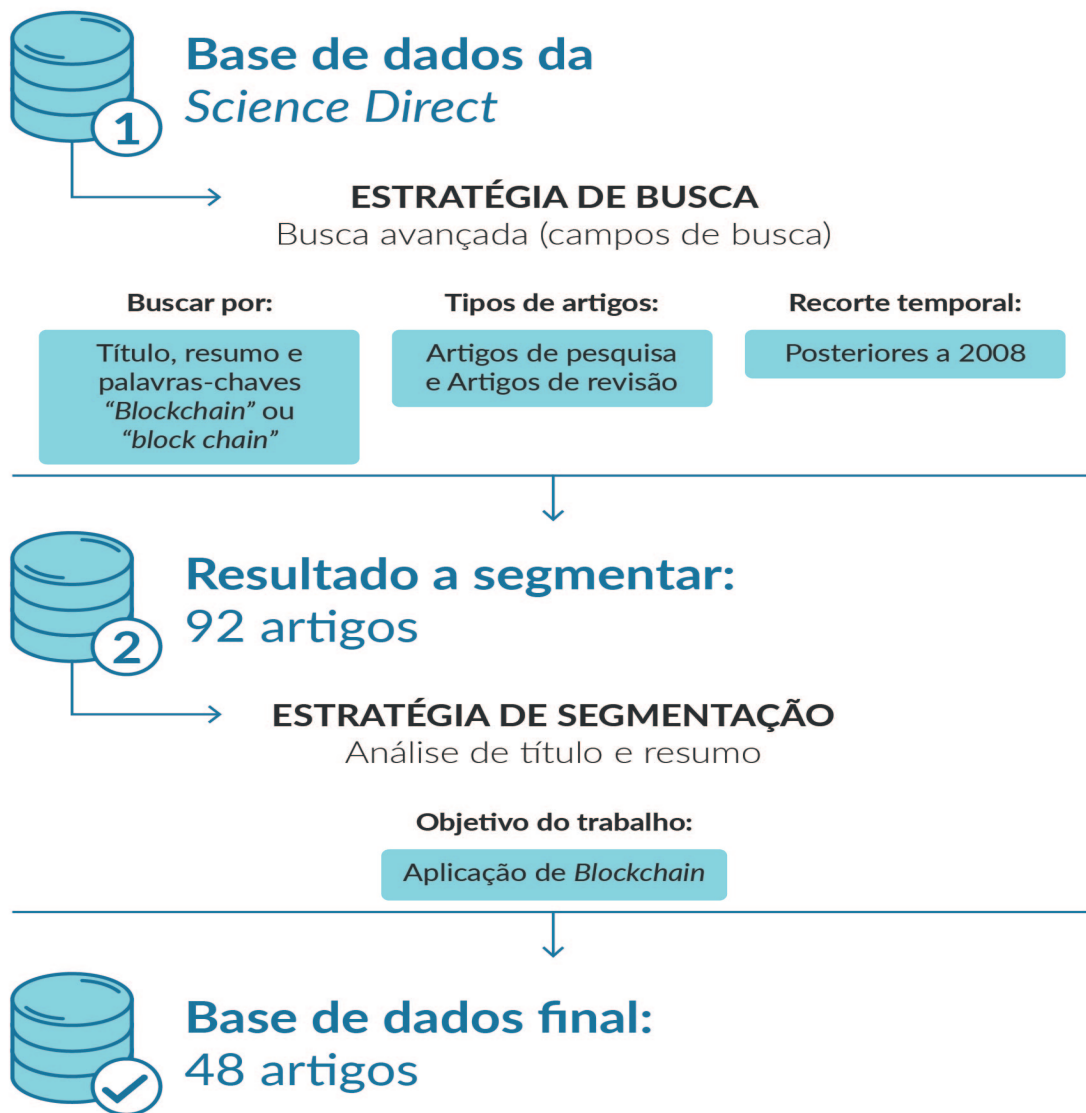


Figura 3.1: Fluxo coleta de artigos.
Fonte: Adaptado de Yli-Huumo et al. (2016, p. 8).

Classificação	Significado	Código Para as Alternativas
1	Foco.	A - Somente a <i>Blockchain</i> , B - A <i>Blockchain</i> e outra tecnologia, C - <i>Blockchain</i> e outras tecnologias.
2	Método.	A - <i>Framework</i> /Modelo, B - Estudo de caso, C - Simulação/Empírico, D - <i>Proof-of-Concept</i> , E - Outros.
3	Nível de Análise.	A - Usuários e sociedade, B - Intermediários, C - Plataformas, D - Empresas e indústrias.
4	Esferas de Atividades.	A - Design e recursos, B - Medição e Valor, C - Gestão e Organização.
5	Tipos de <i>Blockchain</i> .	A - Público, B - Privado, C - Híbrido Permissionado, D - Não menciona, F - Não se aplica.
6	Tipos de Algoritmos de Consenso.	A - <i>PoW</i> , B - <i>PoS</i> , C - <i>DPoS</i> , D - <i>PBFT</i> , E - <i>Raft</i> , F - Outros, G - Não se aplica.
7	Tópicos de discussão para implementação.	A - Segurança, B - Desperdício de recursos, C - Escalabilidade, D - Versionamento, <i>Hard Forks</i> , múltiplas cadeias, E - Privacidade, F - Outros, G - Não se aplica, H - Não menciona.
8	Campos de Aplicações.	A - Serviços financeiros, B - Saúde, C - Cadeia de Suprimentos, D - Tecnologias emergentes, E - Modelo de negócios, F - Setor de energia, G - Outros.

Tabela 3.1: *Framework* para classificação e codificação dos estudos analisados.

Fonte: Adaptado de Jabbour (2013, p. 145).

3.4 CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO

Baseado e adaptado de Jabbour (2013, p. 145), o *framework* foi construído para classificar e codificar os artigos. A classificação aborda oito grande temas, numerados entre 1 e 8, cada um possui seu significado e código específico representado por letras (A, B, C e assim por diante). Essa classificação envolve uma combinação de números e letras, em que cada artigo pode receber mais de uma classificação por item. Assim, é demonstrado na Tabela 3.1 o *framework* de classificação e seus códigos.

As classificações escolhidas neste trabalho foram baseadas na estrutura original de Jabbour (2013, p. 145), quando são mensurados aspectos mais abrangentes sobre o tema, porém para atingir os objetivos específicos deste trabalho, algumas categorias foram desenvolvidas a partir de outros trabalhos que executaram revisão de literatura sobre a *Blockchain*, bem como, categorias criadas pela autora no que diz respeito aos aspectos que ainda não foram estudados na literatura. De maneira mais detalhada, observando o contexto apresentado anteriormente, as categorias são:

- I. Foco: A classificação refere-se ao foco que é dado ao texto, se o objetivo central é somente a *Blockchain*, se ela é explorada em conjunto com uma outra tecnologia específica, ou se o estudo discute sobre mais de duas tecnologias em conjunto. Será possível analisar se a literatura tem avançado com o estudos mais específicos da *Blockchain*, se ela tem sido inserida em outros contextos de discussão ou utilizada para desenvolver outras aplicações já existentes;

2. Método: Por possuírem teor de aplicação, serão analisados os procedimentos metodológicos utilizados podendo ser:
 - (a) Um *framework* ou modelo, quando o autor entrega um resultado na forma de *template*, o como fazer, passível de ser replicado;
 - (b) Estudo de caso⁶: quando o trabalho há uma delimitação dentro de um contexto de realidade. O artigo pode somente aplicar a tecnologia em uma realidade, que será classificado com o código B, mas também pode propor um novo modelo e aplicá-lo em um contexto de realidade, código A e B.
 - (c) Simulação/Empírico: Será classificado quando o resultado for uma forma de confirmar um modelo ou fazer projeções. De acordo com Vicente (2005, p. 1), a simulação pode ser tanto no “contexto de descoberta” como no “contexto de prova”. Assim, os artigos podem possuir código A e C ao mesmo tempo quando o autor além da entrega de um modelo, apresenta uma simulação como teste;
 - (d) Outros: Quando nenhuma dessas classificações satisfazem a descrição do método do trabalho.

3. Nível de Análise⁷: Segundo Risius e Spohrer (2017, p. 389), o nível de análise refere-se ao alvo da pesquisa, podendo ser:
 - (a) Usuários e sociedade: Quando o estudo é sob o prisma dos indivíduos que transacionam por meio de aplicações da *Blockchain*, ou seja, interagem diretamente com a tecnologia ou são impactados de alguma forma pelas consequências sociais dela;
 - (b) Intermediários: Referem-se a provedores de serviços, aplicativos, processos que utilizam do ambiente da *Blockchain* para conectar um provedor de serviços a um consumidor, o foco principal desse nível, de acordo com Risius e Spohrer (2017, p. 390), é a utilização de contratos inteligentes e a possibilidade de automatizar transações entre várias entidades, como é o caso na aplicação em *Supply Chain Management*⁸;
 - (c) Plataformas: São os artigos que possuem como alvo as diferentes implementações e redes, por exemplo, *Ethereum*, *Ripple*, outros tipos de *Blockchains*, públicas, privadas, híbridas, ou seja, discutem os diferentes mecanismos tecnológicos, o sistema que pode ser provido a depender do contexto;
 - (d) Empresas e indústrias: São artigos que descrevem a propensão do ecossistema delas serem afetados pela implementação da *Blockchain* e os novos modelos de negócios que podem decorrer a partir disso.

A verificação do nível de análise dos artigos é de suma importância para compreender o foco recente dados às pesquisas, a classe mais impactada pela implementação e discussão dessa tecnologia, bem como, os agentes que ainda merecem atenção de estudos e discussão.

⁶De acordo com Yin (2005, p. 32), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidências.

⁷A classificação nível de análise foi baseada no *framework* desenvolvido por Aral et al. (2013, pp. 4–11) e adaptado para contexto da tecnologia *Blockchain* por Risius e Spohrer (2017, pp. 389–390).

⁸Um exemplo de aplicação nesse contexto é o trabalho desenvolvido por Casado-Vara et al. (2018, p. 393) em que é proposto, baseado em *Blockchain*, um sistema multi-agente para coordenar o rastreamento de alimentos na cadeia de fornecimento agrícola, o foco de análise são dos intermediários do processo.

4. Esferas de Atividades: Também adaptado da estrutura de Risius e Spohrer (2017, p. 390), essa classificação verifica as grandes esferas de atividades da pesquisa analisada, tais como:

- (a) *Design* e recursos: Trata de questões sobre como os sistemas são projetados e quais são os efeitos das várias características, por exemplo, mecanismos de consenso, configurações de privacidade, transparência, imutabilidade, controle descentralizado, no seu protocolo. O objetivo principal é obter uma compreensão de como os sistemas devem ser projetados para atingir determinados fins, é uma análise técnica sobre os seus principais recursos.
- (b) Medição e Valor: Diz respeito ao valor agregado que as soluções baseadas em *Blockchain* fornecem aos diferentes níveis de análise (classificação 3) e como eles podem ser apropriados, trata dos benefícios e das vantagens competitivas de seu uso. Um exemplo de classificação, dado por Risius e Spohrer (2017, p. 391), é o trabalho de Nguyen (2016, p. 51) que aborda a *Blockchain* como uma ferramenta financeira com potencial importante no desenvolvimento sustentável da economia mundial, proporcionando massivos benefícios para os consumidores, atual sistema bancário e a sociedade;
- (c) Gestão e Organização: Aborda questões relativas à governança de direitos de decisão em ambientes *Blockchain* e as atividades estratégicas e táticas empregadas por atores em seus sistemas, exemplo dado por Risius e Spohrer (2017, p. 391) são as implicações dos diferentes tipos de mecanismos de consenso, as consequências legais. Decisões estratégicas são tomadas nas próprias escolhas do sistema de *Blockchain*, é o caso do uso de contratos inteligentes, assim como, atividades táticas decorrentes a isto. Um exemplo de classificação de Risius e Spohrer (2017, p. 391) foi o trabalho de Fujimura et al. (2015, p. 345) no qual foi proposto um novo sistema de gerenciamento de direitos baseado na tecnologia, ressaltando as dificuldades de implementação.

O *framework* original proposto por Aral et al. (2013, pp. 4–11) sobrepõem as informações entre as classificações 3 e 4, na qual cada esfera de atividades possui a determinação também do seu nível de análise, esse cruzamento de informações é interessante para entender a multidisciplinariedade das pesquisas da área, bem como a formulação de agenda para futuras pesquisas. O presente trabalho adapta as categorias de acordo com o modelo de Jabbour (2013, p. 145) para também classificar os artigos com mais de um código, além de que possibilita encontrar o nível de maturidade da discussão, a maior concentração das pesquisas em termos de objetivos de atividades, público mais estudado (nível de análise), assim como *gaps* na literatura, em consonância com o que foi apontado por Risius e Spohrer (2017, p. 389):

“Estas classificações não foram definidas para serem mutuamente exclusivas no sentido que o objetivo da pesquisa pode somente ter uma atividade ou um nível de análise de cada vez. As classificações ajudarão a estruturar e inspirar futuros avanços na pesquisa sobre Blockchain”⁹.

5. Tipos de *Blockchain*: A classificação refere-se ao tipo de *Blockchain* que foi utilizada para o seu estudo de aplicação da tecnologia, se a discussão é em uma solução pública, privada ou híbrida permissionada. Há casos de artigos em que o escopo do trabalho não necessita de uma definição quanto ao tipo de *Blockchain*, estes serão considerados como

⁹Tradução livre.

categoria (E), não se aplica, porém, caso o autor mencione indiretamente como, por exemplo, explicitando o protocolo utilizado, para fins de classificação, receberá o código correspondente. Por fim, o autor pode não mencionar o tipo, sendo classificado como (D);

6. Tipos de Algoritmos de Consenso: Diante a rápida evolução da tecnologia *Blockchain*, a demanda por uma alta qualidade de serviços tem trazido desafios no *design* de seus protocolos, pois o desempenho de suas redes dependem significativamente dos mecanismos de consenso adotados, por exemplo, em termos da consistência dos dados, escalabilidade, velocidade de consenso, robustez para o comportamento aleatório dos nós, por exemplo, a solução do problema dos generais bizantinos¹⁰.

Visto que o tipo de algoritmo de consenso impacta em diversos aspectos da implementação da *Blockchain*, essa classificação propõem-se a identificar quais são os tipos utilizados em cada um dos trabalhos analisados de aplicação da tecnologia. Para isso, a classificação foi baseada na revisão de literatura realizada por Mingxiao et al. (2017, pp. 2568–2569), na qual foram destacadas os princípios e características básicas dos principais algoritmos de consenso. Essa análise possibilita tanto identificar limitações de seu modelo, como a evolução do estudo em busca de proporcionar melhorias frente à *PoW*, o desenvolvimento do originalmente utilizada como algoritmo de consenso do protocolo *Bitcoin*;

7. Tópicos de discussão para implementação: Também relacionado à classificação anterior, dos tipos de algoritmos de consenso, essa categoria visa apontar as dificuldades de implementação abordadas pelo autor em seu texto, tanto do ponto de vista de uma discussão do que ainda é enfrentado, como o que o autor busca melhorar com seu estudo. Será possível analisar o nível de discussão dos pesquisadores em busca de desenvolver esses aspectos, além da frequência e importância que a limitação tem recebido nas discussões acadêmicas.

As classificações foram baseadas nos apontamentos realizados pelo trabalho de Swan (2015, pp. 81–85) sobre os desafios técnicos da *Blockchain*. As questões estão à vista dos desenvolvedores, com respostas diferentes para os desafios da discussão posta e codificação de soluções potenciais. Segundo Swan (2015, p. 82), *insiders*¹¹ possuem diferentes graus de confiança sobre como e se e essas questões podem ser superadas para evoluir para as próximas fases do desenvolvimento da indústria *Blockchain*.

É válido destacar que os códigos não são mutuamente excludentes, ou seja, cada artigo pode receber mais de um. A classificação foi baseada em um levantamento da menção no texto, por parte do autor, de cada um dos tópicos analisados;

8. Campos de Aplicação: Refere-se ao segmento no qual o estudo foi desenvolvido, com essa análise, será possível identificar as área mais estudadas e propícias a implementação da *Blockchain*, assim como estudos específicos.

¹⁰ Um sistema de computador confiável deve ser capaz de lidar com a falha de um ou mais componentes, um componente com falha pode exibir um tipo de comportamento muitas vezes esquecido, ou seja, envio de informações conflitantes para diferentes partes do sistema. O problema de lidar com esse tipo de falha é expresso abstratamente como o problema dos generais bizantinos (Leslie Lamport & Pease, 1982, p. 382). Um mecanismo de consenso pode ser visto como uma solução a esse problema.

¹¹ Pessoas que possuem acesso à informações privilegiadas (Swan, 2015, p. 82).

Considerando os apontamentos apresentados anteriormente, a análise é conduzida com fins de produzir um perfil de pesquisa. Essa identificação é realizada por meio do uso de estatística descritiva, com o objetivo de sumarizar e explorar o comportamento dos dados. Isto foi representado mediante gráficos de distribuições de frequências, demonstrando a quantidade absoluta e percentual de cada classificação e seu código, assim como, a combinação de mais de um código, quando houver.

Baseado em Jabbour (2013, p. 153), a partir dos resultados das distribuições relativas de cada código em sua classificação, é possível determinar as relações com o tema da seguinte forma:

1. A categoria mais frequente abordada em cada classificação;
2. As categorias secundárias;
3. A categoria a ser adicionalmente considerada na agenda;
4. A categoria que deve ser priorizada na agenda de pesquisa.

Além deste *template* para priorização da agenda de pesquisa do tema, em decorrência das classificações 7 e 8, campos de aplicação e discussões de implementação, respectivamente, será possível a construção de um mapa de possibilidades de uso, em diversos contextos, baseado nos artigos estudados pelo número de frequência de campos de aplicação, bem como os maiores apontamentos sobre características que estão sendo discutidas a fim de desenvolvimento da tecnologia para sua plena utilização.

Essa última etapa do trabalho conclui os objetivos direcionados com análise de forças e fraquezas da literatura atual, a construção embasada para direcionamentos de novas pesquisas na área e a identificação de tendências. Este é o primeiro trabalho que possibilita observar o amadurecimento das pesquisas voltadas à aplicação da tecnologia *Blockchain*, os modelos mais usados, preocupações quanto à superação de limitações ainda desafiadoras para o uso pleno da tecnologia e campos de aplicação mais recorrentes.

CAPÍTULO 4

DISCUSSÃO E RESULTADOS

“Todos somos responsáveis de tudo,
perante todos”
—Dostoiévski.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os principais resultados obtidos por esta pesquisa por meio da coleta de dados dos artigos selecionados seguindo o *framework* proposto por Jabbour (2013, p. 145), além disso serão expostas as análises, contrapondo ou complementando a literatura vigente do tema.

Primeiramente, serão expostos os resultados por classificação de acordo com a apresentada na Tabela 3.1, assim como suas respectivas explicações, dessa forma, delineando como resposta à pergunta de pesquisa deste trabalho, sobre as tendências das pesquisas científicas de aplicação da *Blockchain*. Seguindo essa estrutura, será possível apresentar o mapa de possibilidades de aplicação da *Blockchain*, bem como suas principais dificuldades de implementação. Por fim, será apresentada a proposta para agenda futura para o tema, possibilitando um direcionamento para demais pesquisadores na área. Os resultados de cada categoria estudadas por este trabalho são:

- Foco: A análise de foco das pesquisas permite identificar se a literatura está abordando o tema em conjunto com outras áreas de estudo, possibilitando uma visão multidisciplinar ou está abrangendo somente em seu tema. Os resultados, demonstrados na Figura 4.1, indicam que a maior parte das pesquisas são especificamente da tecnologia *Blockchain*, sendo 62,2% dos artigos com foco somente nela, sem aplicação em conjunto com outras tecnologias.

Um resultado secundário interessante é que 33,3% dos artigos são estudados em conjunto com outra tecnologia, classificação correspondente neste trabalho ao código B. Destes, 67% (10 artigos) tratam da sinergia entre a tecnologia *IOT* e a *Blockchain*, ressaltando a possibilidade de, por exemplo, facilitar as interações *Máquina para Máquina (M2M)*, como explicitado no artigo de Sikorski, Haughton, e Kraft (2017, p. 234), ou também no trabalho de Hammi, Hammi, Bellot, e Serhrouchni (2018, p. 126), o qual explora a possibilidade da proposição de um novo modelo que utiliza como vantagem a união

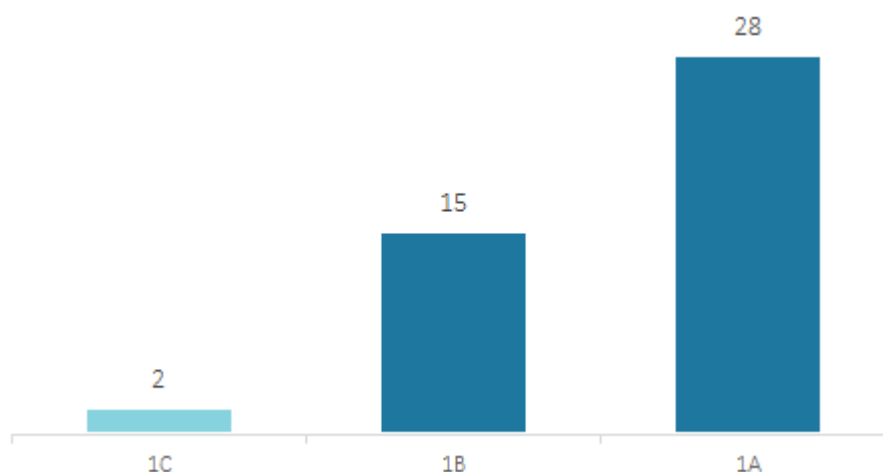


Figura 4.1: Distribuição de Frequência da Classificação 1.

das tecnologias para proporcionar uma identificação robusta para que os dispositivos consigam trocar dados com garantia de sua integridade, sem intervenção humana.

Foram encontrados na amostra deste trabalho, tanto artigos de proposta de modelo com aplicação das tecnologias *IOT* e a *Blockchain* em conjunto, como artigos teóricos que estudaram especificamente essa relação, um que caracterizou os principais problemas de segurança da *IOT*, Khan e Salah (2018, p. 395), outro uma revisão de literatura sobre as tecnologias utilizadas em conjuntos, o trabalho de Reyna, Martín, Chen, Soler, e Díaz (2018, p. 173).

Outra aplicação em conjunto com a tecnologia *Blockchain* identificado nos artigos foi com o armazenamento de computação em nuvem, que assim como ressaltado nos estudos com *IOT*, são propostos principalmente como uma forma de promover uma arquitetura de segurança, na qual os usuários podem dividir seus próprios arquivos em blocos de dados criptografados e carregá-los nos nós da rede *P2P* (J. Li et al., 2018; Zhang, Deng, Liu, & Zheng, 2018, p. 219; p. 262).

No artigo de Hwang et al. (2017, p. 194), é tratado de mais de uma outra tecnologia em conjunto, utilizando *Blockchain*, *IOT* e *Big Data* no contexto da produção de energia. Com essa mesclagem, o modelo proposto no artigo também consegue promover uma análise melhor do padrão de consumo de energia dos usuários.

Em suma, os resultados apontam que maior parte das pesquisas concentraram no uso singular da tecnologia *Blockchain* mesmo com possibilidades de potencialização de seu uso com outras tecnologias. Resultado similar foi abordado no trabalho de Risius e Spohrer (2017, p. 401), o qual caracterizou a área como ainda muito restrita ao campo de ciências da computação e focada no estudo de suas características particulares de funcionamento.

Tais autores ressaltam que atualmente a tecnologia *Blockchain* não é atendida por abordagens de pesquisa correspondentemente abrangentes e multidisciplinares, o que deixa um grande potencial para pesquisas futuras para melhorar a compreensão dos termos de mudança causados pelos sistemas de *Blockchain* para o indivíduo, para os processos de negócio e a sociedade em geral.

Dessa forma, assim como abordado por Risius e Spohrer (2017, p. 404), as colaborações entre fronteiras disciplinares são frutíferas e realmente necessárias para potencializar as possibilidades de aplicação da *Blockchain* com outras áreas e tecnologias, além de informar a sociedade, indústria e academia que são possíveis.

- Método: O estudo do método utilizado pelo pesquisador no artigo permite identificar não só o tipo de técnica mais utilizada, como também o nível de discussão que o trabalho se encontra, pois estudos com propósito exploratório, por exemplo, servem para coletar dados para determinar se vale a pena dedicar mais investigação a um tópico e, se for o caso, as questões de pesquisa ou os procedimentos de coleta de dados que podem ser mais relevantes na pesquisa subsequente (Yin, 2005, p. 220).

Segundo Yin (2005, p. 10), trabalhos exploratórios possuem como meta desenvolver hipóteses e proposições pertinentes para investigação posterior, mas que pode ter como método um levantamento ou experimento exploratório, com o objetivo de testar e validar, por exemplo, benefícios potenciais de uma nova aplicação. Em contrapartida, existem os tipos de pesquisas descritivas e explicativas, as quais avançam os estágios de profundidade de discussão dos objetos de estudo e utilizam outros tipos de métodos.

As pesquisas descritivas fazem uma análise minuciosa do objeto de estudo, com objetivo de descrever as características e funções, utilizando-se de levantamento de dados qualitativos e, principalmente, dados quantitativos, enquanto a explicativa busca compreender as causas e efeitos de determinado fenômeno, normalmente baseado em métodos experimentais (Yin, 2005, p. 10).

Observa-se que há uma hierarquia em termos de nível de discussão dos trabalhos a depender do seu método. Os resultados dessa pesquisa são interessantes visto que, apesar do tema *Blockchain* ser novo, o que acarreta em tipos de trabalho com viés exploratório, 35,6% dos artigos analisados utilizam como método a construção de um *framework* ou modelo (classificação A) juntamente com um trabalho de simulação ou empírico (classificação B).

A constatação descrita acima permite verificar que são mais comuns trabalhos com aplicação da *Blockchain* serem demonstradas empiricamente, o que confere maior robustez nos dados e análise comprobatória. Para ilustrar, o artigo de B. Wang, Sun, He, Pang, e Lu (2018, p. 237) propõe um esquema de votação eletrônica baseado em *Blockchain* para votações em larga escala, com propriedades de descentralização e autogestão.

Para tal, foi proposto a utilização do *DPoS* como mecanismo de consenso e realizado uma simulação para averiguar a capacidade de processamento. Os resultados são interessantes e demonstram que o cálculo criptográfico requerido para a votação pode ser realizado por um único nó em um tempo razoável, além do tempo de verificação ser aceitável enquanto o número de eleitores aumenta.

Na Figura 4.2 é demonstrado que o segundo código com maior número de artigos são os teóricos, com 28,9% da amostra. Entre eles, são trabalhos que elucidam os benefícios da aplicação da *Blockchain* em determinada indústria e/ou para a sociedade (Chen, 2018; Efanov & Roschin, 2018; Larios-Hernández, 2017; Žiga Turk & Klinc, 2017, p. 2; p. 2; p. 1; p. 639), além de artigos que tratam de discutir características técnicas para aplicação, como o realizado por Gordon e Catalini (2018, p. 224), que discutem a questão da interoperabilidade na área da saúde, levantando 5 mecanismos de como a tecnologia *Blockchain* pode ser facilitadora dessa transação.

Apesar do tratamento feito por essa pesquisa, em selecionar artigos para a amostra de estudo do trabalho somente aqueles que tratam de aplicação da tecnologia, o número de artigos teóricos são relevantes, demonstrando como o tema está criando uma comunidade de pesquisadores que questionam e, principalmente, apresentam discussões do ponto de vista de benefícios da aplicação.

Em menor proporção, existem artigos que apresentam somente o *framework* ou modelo (classificação A), sem um experimento ou simulação, são 13,3% da amostra. Outro resul-

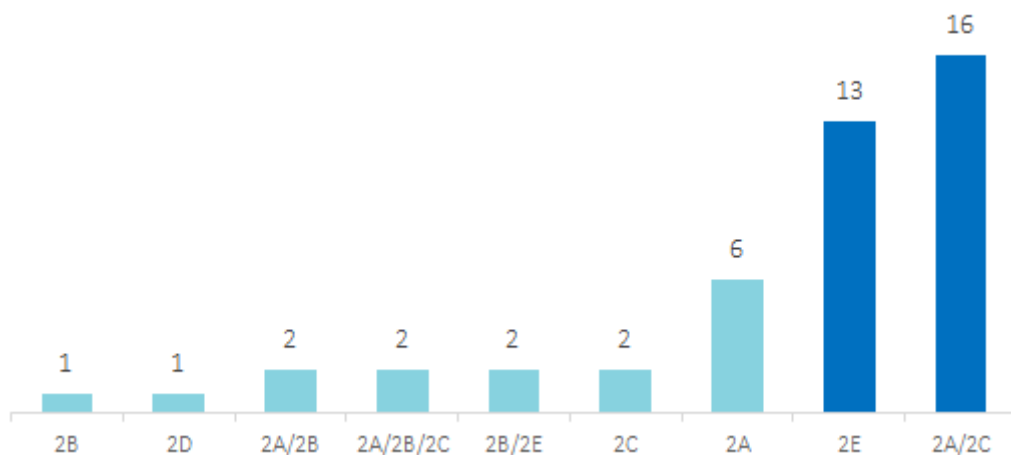


Figura 4.2: Distribuição de Frequência da Classificação 2.

tado são os artigos que utilizam estudo de caso¹ como método, esses representam 15,6% da amostra.

Tais artigos investigam a aplicação da *Blockchain* em um contexto de realidade específico, como é o caso do artigo de Sullivan e Burger (2017, p. 470), que se propõe a discutir as implicações legais, políticas e técnicas do desenvolvimento da tecnologia de identidade eletrônica emitidas para residentes da Estônia, o qual foi um caso do governo do país para oferecer um serviço público com base na tecnologia *Blockchain*.

Em suma, é possível destacar que apesar dos artigos estarem concentrados em um ponto de vista ainda bastante exploratório, sua maioria representa um paralelo com a prática para discussão efetiva de aplicação, apresentando maior robustez com estudos empíricos e simulações, além de artigos que visam discutir do ponto de vista teórico, estimulando o desenvolvimento, entretanto, é salutar incentivar a produção de mais estudos de casos, os quais são bastante ricos nesse tipo de tema para entender a aplicabilidade em um contexto próximo à sociedade, usuários e indústrias.

- **Nível de análise:** A verificação do nível de análise é interessante para compreender o foco da literatura em termos dos agentes que mais são discutidos quando se trata da aplicação da *Blockchain*. É possível observar na Figura 4.3 que 44,4% dos artigos da amostra tratam especificamente das plataformas (classificação C), ou seja, direcionam o alvo das pesquisas para as diferentes implementações e redes, discutindo primariamente seus mecanismos tecnológicos.

Um exemplo de trabalho que possui esse foco foi o desenvolvido por Sharma e Park (2018, p. 650), o qual propõe uma arquitetura de rede híbrida utilizando a tecnologia *Blockchain* para aplicação em *IOT*, com o objetivo de sanar problemas de escalabilidade, segurança e privacidade no desenvolvimento do conceito de cidades inteligentes.

O resultado da maior parte dos artigos estar com nível de análise no código C (plataformas) foi diferente do esperado por essa pesquisa. Tal fato decorreu, especialmente, pela quantidade expressiva de artigos que tratam da aplicação da *Blockchain* como uma plataforma que promove segurança para utilização da tecnologia *IOT*.

Outro resultado interessante foi o segundo maior código, com 24,4% dos resultados, ser B, intermediários. Isso quer dizer que refere-se a provedores de serviços, aplicativos ou

¹Contabilizados de forma independente, todos os artigos com classificação B.

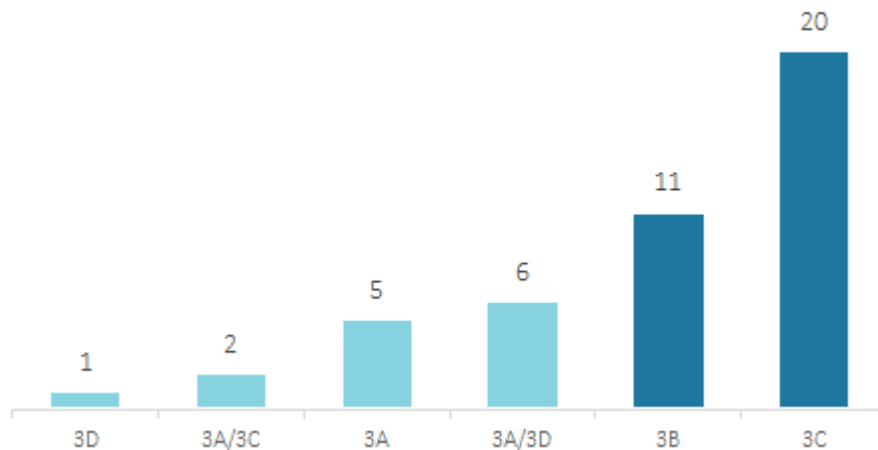


Figura 4.3: Distribuição de Frequência da Classificação 3.

processos que utilizam o ambiente *Blockchain* para fazer a conexão com os consumidores. Por exemplo, no artigo de Z. Li, Liu, Barenji, e Wang (2018, p. 961) em que é proposto um sistema de compartilhamento de conhecimento de fabricação baseado nuvem para redesenho de moldes de injeção, utilizando-se da *Blockchain* para conectar o serviço de armazenamento em nuvem e a distribuição aos usuários.

Diferentemente do esperado, o código (A e D), discutindo juntamente a aplicação para usuários e sociedade, assim como para empresas e indústrias, apresentou somente 13,3% dos artigos, o que ressalta que apesar de os pesquisadores apresentarem trabalhos de aplicação, eles ainda possuem um foco maior nas questões tecnológicas, do que de fato em uma discussão voltada para o ecossistema afetado.

- Esferas: Classificação voltada para verificar as grandes esferas de atividade do tema analisado, permitindo a identificação também como uma forma de maturidade do tema, em que artigos que tratam mais sobre a classificação A, *design* e recursos, possuem uma discussão em um estágio inicial, mais voltada somente para as características tecnológicas e a forma que os sistemas são projetados.

O código B, medição e valor, começa a discutir não os aspectos técnicos, mas sim, os benefícios e vantagens competitivas de seu uso para os diversos níveis de análise, apresentados na classificação anterior. O código C, gestão e organização trata de questões mais sofisticadas, relativas à governança de direitos de decisão em ambientes *Blockchain*.

De acordo com o Risius e Spohrer (2017, pp. 385–386), o tema tem se concentrado predominantemente em questões tecnológicas de *design* e recursos, código A, ao mesmo tempo que negligencia a aplicação, a criação de valor e a governança. Os autores ressaltam que a maioria do trabalho acadêmico é focado em melhorias e desafios de protótipos atuais, ajudando a entender fundamento tecnológicos.

De certa forma corroborando com o expresso no trabalho acima citado, os resultados dessa pesquisa também apontam para a maior parte dos artigos tratarem de suas propriedades tecnológicas, porém com um ressalva que a maioria expressiva, 68,9% dos artigos também tratam da categoria B, medição e valor, que são artigos que também ressaltam os benefícios e vantagens de aplicação, o que pode ser verificado na Figura 4.4.

Apesar do nível de análise permanecer voltado como plataformas ou intermediários, demonstrados na Figura 4.3, os pesquisadores têm se preocupado em levantar os benefícios

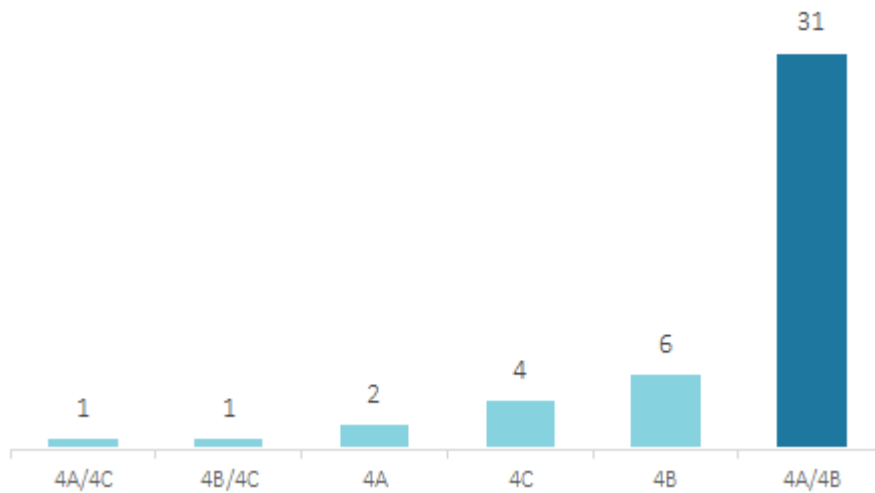


Figura 4.4: Distribuição de Frequência da Classificação 4.

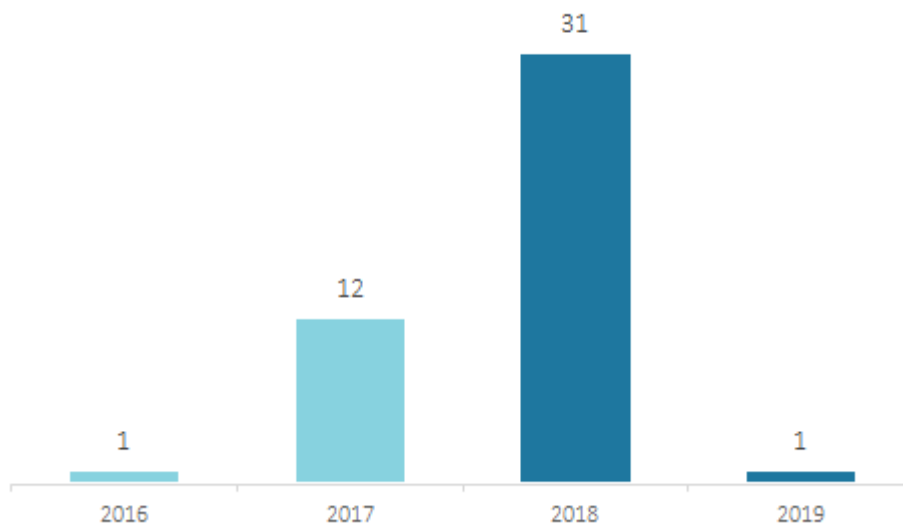


Figura 4.5: Distribuição de Frequência por ano de publicação.

de aplicação em seus trabalhos. Tal fato pode provocar uma discussão frente ao trabalho de Risius e Spohrer (2017, pp. 385–386) que favorece um campo de pesquisa da *Blockchain* cada vez mais contextualizado e buscando trazer a visão de geração de valor.

A constatação levantada acima, pode ser explicada, principalmente, pela atualização de ano de publicação que esta presente pesquisa confere. Como demonstrado na Figura 4.5, o trabalho analisa artigos bastante recentes², sendo 71% nos anos de 2018 e 2019, o que pode corroborar que as pesquisas de aplicação na *Blockchain* são de fato bem novas e apresentam uma visão mais voltada para valor.

Em contrapartida, apesar da pesquisa demonstrar um avanço na literatura com abordagens de medição de valor, ainda são raros os casos que discutem gestão e organização, código C, sendo apenas 8,9% que tratam apenas dessa visão e 13,3% se considerado todos os trabalhos da amostra que discutem esse ponto de vista.

²É importante destacar que a autora realizou tratamento de recorte temporal somente para trabalhos a partir de 2008 e mesmo assim, artigos de aplicação da *Blockchain*, que compuseram a amostra desta pesquisa, são somente artigos pós-2016.

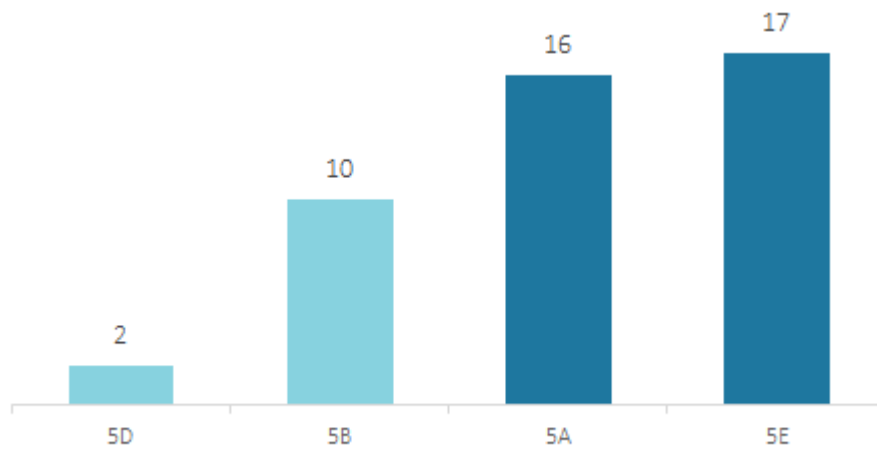


Figura 4.6: Distribuição de Frequência da Classificação 5.

- Tipos de *Blockchain*: Para verificar, em termos tecnológicos, qual o tipo de *Blockchain* tem sido mais usada pelos pesquisadores, a presente pesquisa apresenta como resultado o código A, como pode ser observado na Figura 4.6, *Blockchain* públicas, na qual qualquer um pode se tornar e fazer contribuições de acordo com as regras determinadas (Mingxiao et al., 2017, p. 2571).

Entretanto, o código que apresentou maior número de aparições foi o E, devido, principalmente, ao número de artigos teóricos. Outros 22,2% da amostra são de artigos com *Blockchain* privada, essas são mais adequadas para sistemas fechados, no qual todos os nós são completamente confiáveis e o proprietário possui alta autoridade no controle de acesso para autorização dos nós (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2018, p. 34). Por fim, com 4,4% de representatividade foram utilizadas *Blockchain* do tipo híbridas.

- Tipos de Algoritmos de Consenso: Outra classificação que visa descrever o tema de pesquisa com base seus aspectos tecnológicos, a presente pesquisa apresenta como resultado os principais algoritmos de consenso utilizados pelos pesquisadores de aplicação da tecnologia *Blockchain*.

Diferentemente do esperado, se observado na Figura 4.7, 31,1% dos artigos não apresentaram nenhuma das opções apresentadas pelo trabalho realizado por Mingxiao et al. (2017, p. 2568), o qual determinou os principais algoritmos de consenso que ficaram codificados nas demais categorias. Tal resultado é curioso, visto que as recentes pesquisas de aplicação da *Blockchain* estão apresentando novos mecanismos de consenso, muitas delas, ressaltando os ganhos em produtividade das novas adequações.

Um exemplo que ilustra esse fato é o artigo de Otte, de Vos, e Pouwelse (2017, p. 2) que expõe o modelo *TrustChain*, uma alternativa à tradicional arquitetura da *Blockchain*, apresentando ganhos em termos de escalabilidade e resistência por substituir o mecanismo de consenso *PoW* e incluir um novo algoritmo chamado *NetFlow*, o qual garante que os agentes que usam os recursos, também podem contribuir de volta.

Tal resultado elucida que os autores estão em busca de novos algoritmos de consenso, principalmente, para satisfazer algumas barreiras de aplicabilidade dos mais conhecidos atualmente, promovendo um ganho na implementação específica. Como já foi o caso de usar o *DPoS* como forma de incrementar a aplicação do *PoW* (B. Wang et al., 2018, p. 234).

Observando os demais códigos apresentados na Figura 4.7, o código H, representou 33,3% dos artigos devido, principalmente, a quantidade de artigos teóricos. Além disso,

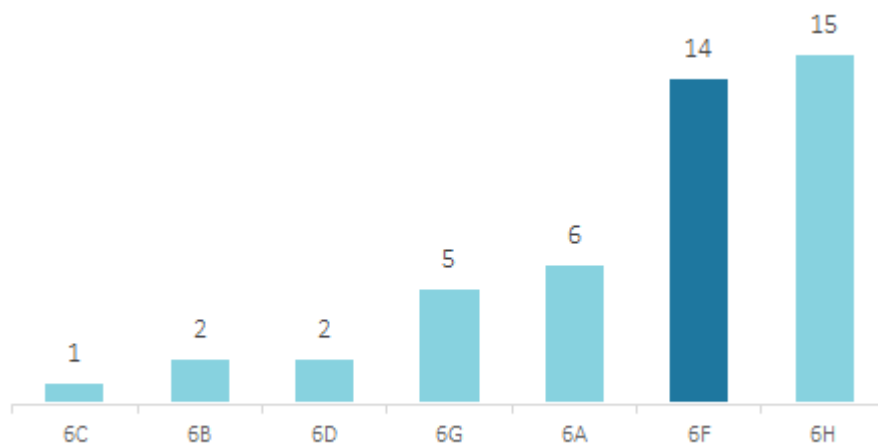


Figura 4.7: Distribuição de Frequência da Classificação 6.

em conformidade com o esperado, o código A, *PoW*, apresentou a maior quantidade de artigos dentro dos investigados e propostos como no trabalho de Mingxiao et al. (2017, p. 2568), visto que esse é o mecanismo mais tradicional, por ser usado no *Bitcoin*.

- Tópicos de discussão para implementação: Nessa classificação são abordados tantos os tópicos que os autores discutem como dificuldade de implementação, como também aspectos tecnológicos que estão em pauta para melhoria. Dessa forma, essa pesquisa apresenta os resultados dos tópicos mais comentados, e devido a natureza da classificação, é necessário destacar a ressalva que na Figura 4.8 são apresentados a contagem por código de forma isolada e não sua combinação, devido o melhor ajuste para análise.

Pelos resultados, é possível observar, na Figura 4.8, que o código A foi o mais relatado pelos pesquisadores, segurança. Alguns retratando a segurança como um problema potencial da *Blockchain* do *Bitcoin*, como é o caso da possibilidade do ataque dos 51%, em que uma entidade de mineração pode deter o controle da *Blockchain* e gastar duplamente moedas anteriormente transacionadas (Swan, 2015, p. 81).

Outros, o tópico de segurança sendo discutido como uma das características benéficas da *Blockchain*, como anteriormente já mencionado, a aplicação em *IOT*. Outro resultado interessante é a aparição do código C, escalabilidade, que seguindo na mesma lógica do código A, em alguns artigos sua discussão está em torno de uma dificuldade de implementação, em outros como proposta para superação em novos modelos de aplicação.

Para elucidar, conforme descrito no artigo de Garcia (2018, p. 5), a *Blockchain* do *Bitcoin* possui a dificuldade de ser considerada uma forma de pagamento, pois em um comparativo em tempo de processamento, enquanto ela produz uma média de 3 a 4 transações por segundo, a rede da Visa consegue processar uma média de 1.500 transações por segundo e pode ser escalada para mais de 50.000 por segundo.

Outro resultado relevante desta pesquisa foi a quantidade de artigos com o código F, outros tópicos, isso quer dizer que são pontos de discussão de implementação que não foram abordados como limitadores no texto de Swan (2015, pp. 80–85). Os pontos abordados podem ser elucidados no texto de Mengelkamp et al. (2018, p.10) que apesar de apresentarem um modelo viável para geração de fontes de energia renováveis distribuídas baseado em *Blockchain*, ainda apresentam os seguintes desafios:

1. O preço: O custo de implementação da tecnologia ainda é um dos limitadores de sua ampla utilização, principalmente por repassar ao consumidor final preços que

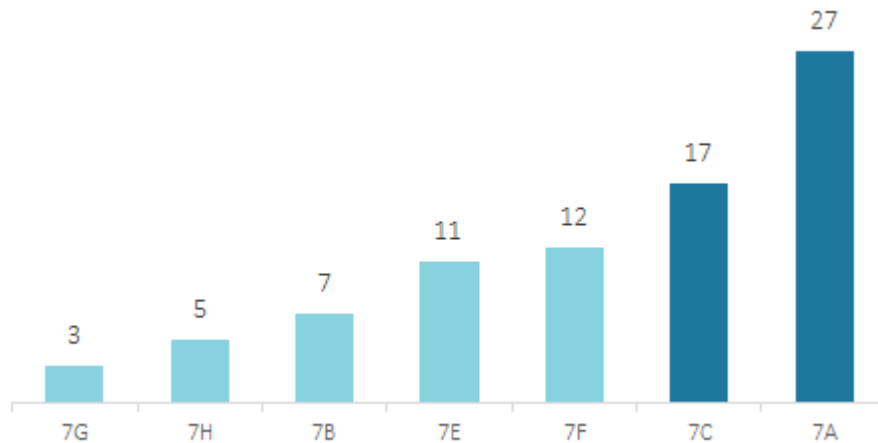


Figura 4.8: Distribuição de Frequência da Classificação 7.

ainda não foram testados no mercado para aceitação.

2. O ambiente legal: A regulamentação local ainda não permite a eletricidade *P2P* entre os residentes e por esse motivo, ela precisa ser adaptada antes que o mercado seja implementado comercialmente. Esse é um fato relevante para a maior parte dos países do globo.
3. Aceitação pública e participação do cliente: Como nas soluções de rede são necessárias a presença de vários nós, até por fins de segurança e para atingimento do seu objetivo, grande parte da dificuldade de implementação é a participação pública.

Além dos pontos expostos acima serem levados em conta nas pesquisas realizadas pelos autores, outro resultados desta pesquisa, é a ausência de discussão nos artigos analisados de discussão acerca de versionamento, *hard forks* ou múltiplas cadeias. Esse resultado corrobora com os achados pela revisão de literatura realizada por Yli-Huumo et al. (2016, p. 21), afirmando a inexistência desse tipo de discussão na literatura, que na visão deles, pode ser considerado como o maior *gap* da literatura atual.

- Campos de aplicação: Essa classificação permite identificar os campos de aplicação mais recorrentes de discussão por parte dos pesquisadores, bem como aqueles com oportunidade de exploração. De acordo com o demonstrado na Figura 4.9, o código mais recorrente foi o D, com 34,8% da amostra, que são os artigos que tratam sobre a aplicação da *Blockchain* em tecnologias emergentes.

Conforme exemplificado na Figura 4.10 e anteriormente citado, entre as tecnologias para aplicação estão a *IOT*, banco de dados, com o exemplo da linguagem de programação *SQL*, além das estruturas de armazenamento em nuvem. Tal fato esclarece o potencial da *Blockchain* para construção de um ecossistema de valor com outras tecnologias, as potencializando e diversificando as possibilidades de atuação.

Verificando o resultado da segunda maior frequência, o código G, outras aplicações, é possível observar o quanto as possibilidades de atuação são diversas, representando 26,1% da amostra. A maior parte desses artigos discutem sobre segurança digital, aplicado em diferentes contextos.

Um exemplo de aplicação que não estava explicitado nos códigos, é a aplicação no contexto da biometria, conforme estudado no artigo de Garcia (2018, p. 5), o qual fornece

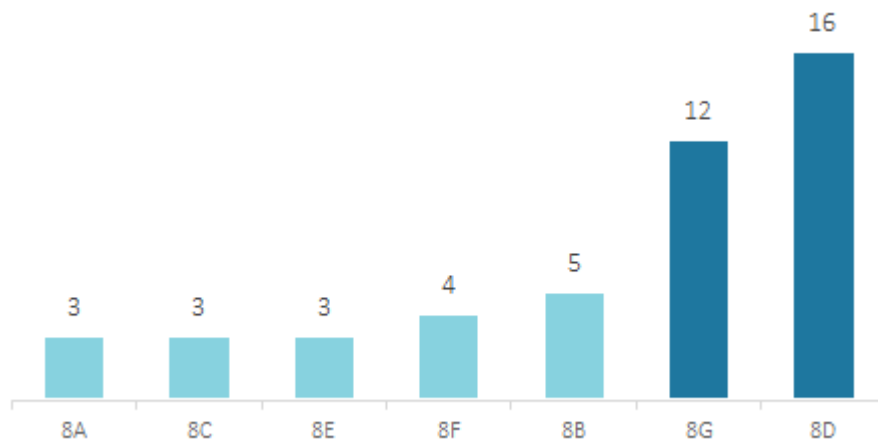


Figura 4.9: Distribuição de Frequência da Classificação 8.

contribuições para identificação de princípios de *design* necessários para obter uma arquitetura viável de utilização da *Blockchain*.

Da maneira similar, Ma, Jiang, Gao, e Wang (2018, p. 746) propõe o *DRMChain*, uma forma de gerenciamento de direitos digitais baseados em *Blockchain*. Os demais exemplos abordam sistema de certificado digital, palavras-chaves como forma adicional de segurança, sistema de processamento de informações para prevenção de fraudes, além de políticas de acesso refinadas baseadas na tecnologia (Jiang, Guo, Liang, Lai, & Wen, 2017; Lin, He, Huang, Choo, & Vasilakos, 2018; Qin et al., 2017; Y. Wang & Kogan, 2018, p. 1; p. 1; p. 1; p. 42).

Conforme esquema apresentado na Figura 4.10, os campos de aplicação da *Blockchain* identificados neste trabalho podem ainda ser representados em uma divisão mais macro com artigos que tratam de (1) tecnologias emergentes, (2) áreas vitais como saúde e energia, (3) empresas e negócios e (4) segurança digital.

Destacando especialmente empresas e negócios, neles estão artigos que tratam do ecossistema para serviços financeiros, que foi a primeira aplicação conhecida da tecnologia, o *Bitcoin*, assim como as demais *criptomoedas*, além da utilização da tecnologia na cadeia de suprimentos como forma de se organizar entre produtores e consumidores, tornando uma verdadeira economia circular com auditabilidade e por fim, artigos que tratam de modelos de negócio, como é o caso da criação de *tokens* digitais, apresentando novas formas de captar recursos e engajar partes interessadas para desenvolver, implantar e difundir aplicativos descentralizados (Chen, 2018, p. 567).

4.1 FRAMEWORK PARA AGENDA DE PESQUISA

A presente subseção tem por objetivo sintetizar as constatações descritas acima, para assim, com os resultados, observar as forças e fraquezas da literatura e construir uma visão de recomendações para agenda de pesquisa futura na área. Na Figura 4.11, os assuntos que exigem maior atenção em pesquisas futuras estão destacados. Segue a análise em cada uma das classificações, assim como suas respectivas recomendações.

- Foco: De acordo com os resultados expostos e anteriormente discutidos, os estudos de aplicação da *Blockchain* tem se concentrado em seu uso individual e no máximo, em

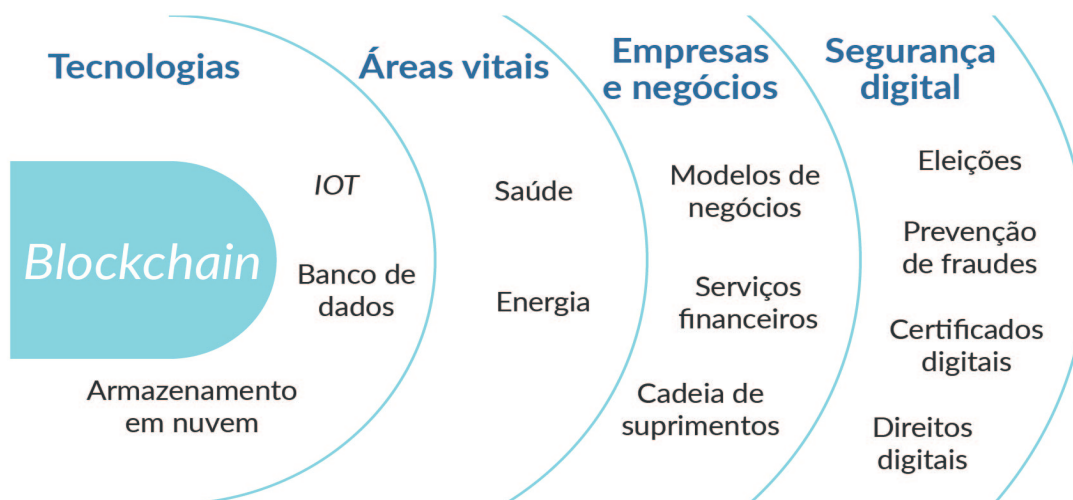


Figura 4.10: Mapa de Aplicação da *Blockchain*.

conjunto com mais uma tecnologia, em sua grande maioria a *IOT*. Dessa forma, a primeira recomendação desta pesquisa é *desenvolverem estudos que abordem a aplicação da tecnologia Blockchain com mais de uma tecnologia*.

- Método: A maioria dos estudos do tema utilizam como método o uso de *frameworks* ou modelos com uma simulação, estudo empírico, porém poucos são os artigos que realizam *proof-of-concept*, isso quer dizer, que realizam uma pesquisa empírica buscando validações internas e externas baseadas em um contexto específico para aplicação imediata, além de poucos utilizarem de estudos de caso. Dessa forma, a segunda recomendação desta pesquisa é *desenvolverem estudos baseados em proof-of-concept e mais estudos de caso*.
- Nível de análise: Conforme mencionado, a maioria dos estudos tiveram como alvo de suas pesquisas plataformas e intermediários, em contrapartida, houveram poucos artigos que tratavam do contexto das empresas e indústrias. Portanto, a terceira recomendação desta pesquisa é *desenvolverem mais estudos cujo o nível de análise seja empresas e indústrias*;
- Esferas: Baseado nos resultados expostos, a maior parte das pesquisas se concentraram nos aspectos tecnológicos da *Blockchain*, juntamente com uma visão de benefícios e vantagens de seu uso, em contrapartida, poucos foram os casos em que analisaram os aspectos tecnológicos com o ponto de vista de gestão e organização e tampouco a abordagem com seus benefícios e vantagens de uso. A recomendação é para *desenvolverem estudos abordando gestão e organização com seus designs e recursos ou também com visão de medição e valor*;
- Tipos de *Blockchain*: Baseados nos resultados, a maior parte das proposições de aplicação da tecnologia partiram do uso de uma a *Blockchain* pública, sendo nenhum artigo apresentado uma solução com o tipo híbrida, portanto a recomendação é para *desenvolverem estudos com solução de implementação da Blockchains híbridas*;
- Tipos de algoritmos de consenso: Ficou constatado que a maioria dos estudos estão propondo arquiteturas de algoritmos de consenso diferentes dos tradicionais, porém nenhum apresentou solução com o algoritmo *Raft* e somente um trabalho propôs seu modelo com

o DPoS. Dessa forma, a recomendação é para *desenvolverem estudos com propostas de implementação com algoritmos de consenso Raft e DPoS*;

- Tópicos de discussão para implementação: Apesar de grande parte dos artigos mencionarem os aspectos de segurança e escalabilidade em seus trabalhos não foi encontrado na literatura nenhuma discussão referente à versionamento, *hard forks* ou múltiplas cadeias, mesmo sendo aspectos de limitação importantes quando se tange à *Blockchain*, conforme Swan (2015, p. 81). Portanto, a recomendação para a agenda futura é *desenvolverem estudos que discutam aspectos de versionamento, hard forks e múltiplas cadeias para aplicação da tecnologia Blockchain*;
- Campos de aplicação: Por fim, apesar de boa parte dos artigos aplicarem seus estudos voltados para tecnologias emergentes³ pouco tem se estudado sobre o campo de saúde e modelo de negócios. Portanto a última recomendação deste estudo é *desenvolverem estudos para aplicação da Blockchain na área da saúde e modelos de negócio*.

Apesar de possíveis limitações, tal método de direcionamento de agenda de pesquisa tem a capacidade de demonstrar, de forma mais objetiva, os *gaps* atuais da literatura, como base na frequência de estudos observados na amostra. As recomendações expostas acima são esperadas para guiar novas pesquisas na área, as quais podem ser utilizadas de forma individual ou combinadas.

³Na classificação I, foco, foi elucidado a necessidade de estudo da *Blockchain* em conjunto com outras tecnologias, tal informação não invalida a maior parte dos artigos se aplicarem em tecnologias emergentes, visto que, observado na totalidade dos artigos estudados, ainda há uma predominância de estudo individual da *Blockchain*. O resultado da classificação 8, na verdade, reforça o quanto os campos de aplicação são diversos, sendo a área com maior frequência, representar somente 34,8% da amostra.

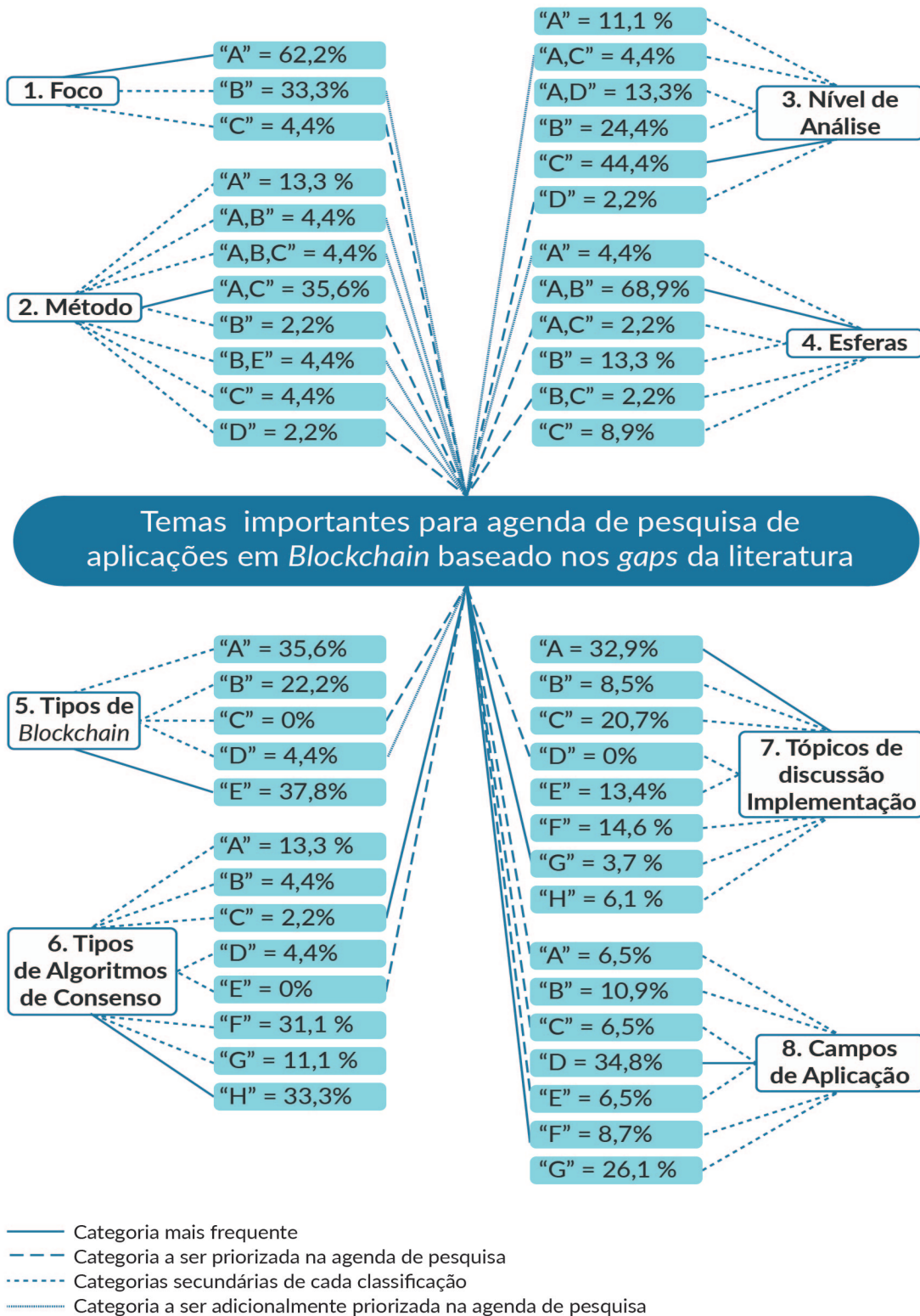


Figura 4.11: Framework para agenda de pesquisa.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

“A última gota de água é a que possui
maior valor”
—Félix Tuiyama.

O presente capítulo tem por objetivo concluir o trabalho, primeiramente resumindo os principais pontos abordados ao longo do estudo, para enfim, sintetizar as principais contribuições geradas, com novos achados para literatura, além de enfatizar as limitações metodológicas que afetam a forma de análise dos dados e, por fim, apresentar as recomendações para pesquisas futuras.

Este trabalho teve como objetivo mapear aspectos da discussão acadêmica em relação a aplicação da tecnologia *Blockchain*, para desenvolver um mapa de possibilidades de uso da tecnologia, identificar os maiores apontamentos de dificuldades ou melhorias para implementação por parte dos autores dessa literatura e, por fim, criar direcionamentos para a proposição de uma agenda de pesquisa futura.

Tal objetivo se deu pelo crescimento das discussões acerca da tecnologia *Blockchain* desde sua primeira implementação por meio do uso do *Bitcoin* pelo trabalho desenvolvido por Nakamoto (2008, p. 1). Desde então, diversos estudos surgiram, para além do uso financeiro, principalmente com o advento do uso dos contratos inteligentes, caracterizada como *Blockchain* 2.0 e posteriormente, a expansão para diversos outros campos de aplicação, a era da *Blockchain* 3.0.

Do ponto de vista teórico, o presente trabalho serviu para entender como está a literatura em torno das aplicações da *Blockchain*, principalmente para entender seus principais *gaps* e ajudar no desenvolvimento da área. Enquanto do ponto de vista prático, o trabalho contribui para que gestores em suas respectivas áreas de atuação observem que existe uma possibilidade de aplicação em seu contexto, assim como os principais pontos discutidos de características para implementação.

Para tal, foram selecionados artigos da base de dados *Science Direct* por meio da busca avançada com os termos “*Blockchain*” ou “*Block chain*” e utilizando os filtros de tipo de artigos como “*review articles*” e “*research articles*”, além de um recorte temporal selecionando traba-

lhos publicados pós-2008, cujo foi o ano da criação da tecnologia *Blockchain* como é conhecida hoje e objeto de estudo deste trabalho.

Após as buscas, 92 artigos retornaram da pesquisa, os quais foram analisados com base em título, resumo e palavras-chave para enfim, selecionar somente os artigos que tratam especificamente de aplicações da tecnologia *Blockchain* e que de fato compuseram a amostra de estudo dessa pesquisa, que foi um total de 45 artigos. Para esses, foi seguido uma estrutura de classificação baseado em Jabbour (2013, p. 144) para categorização de artigos.

Tais categorizações forneceram os insumos para as análises deste trabalho. Uma das principais conclusões foi que de fato os possíveis campos de aplicação da *Blockchain* são amplos, com maior frequência para estudos de seu uso em outras tecnologias emergentes, podendo ser em banco de dados, armazenamento em nuvem e principalmente como estrutura de segurança para aplicações em *IOT*.

Apesar da vasta possibilidade de aplicação da *Blockchain* em outras tecnologias, se observado o foco das pesquisas, poucos são os estudos que trazem mais de 2 tecnologias em conjunto, o que pode ser um bom caminho para pesquisas futuras, como é o caso da aplicação da *Blockchain*, *IOT* e *Big Data*.

Foi possível observar possibilidade de aplicação em 4 macro áreas, são elas: (1) tecnologias emergentes, já anteriormente citado, (2) áreas vitais, como saúde e energia, (3) empresas e negócios e por fim, (4) segurança digital, o que pode abranger desde modelos para eleições como gerenciamento de direitos digitais. Dessas, é interessante ressaltar que uma das recomendações é desenvolver novas pesquisas para as áreas de saúde e modelos de negócios.

Em torno da discussão de implementação, os pontos mais abordados de características que são consideradas limitações da *Blockchain*, são os aspectos de segurança e escalabilidade. A literatura tem abordado esses aspectos principalmente propondo novas arquiteturas para superar tais pontos. Em contrapartida, não há artigos que tratam sobre versionamento, *hard forks* e múltiplas cadeias, o que pode ser considerado um grande *gap* na literatura atual e considerado para pesquisas futuras.

Um ponto interessante encontrado nas discussões dos artigos em termos de implementação foi sobre o relato das dificuldades por conta dos aspectos de custo, o ambiente legal e a aceitação pública da solução, pontos que de certa vez podem vir a inviabilizar projetos quando postos na prática.

Em contrapartida, de ponto positivo em relação a literatura atual é que 35,6% dos artigos apresentaram para aplicação da *Blockchain* um modelo com simulação, isso quer dizer que os estudos tem no geral conseguido avançar em termos de validade empírica, o que enaltece a proximidade da realidade a sua plena aplicação. Entretanto, não foram encontrados muitos artigos com método de estudo de caso e *proof-of-work*, dessa forma, uma outra contribuição deste trabalho é direcionar novas pesquisas que abordem esses métodos.

Ainda em relação à evolução do desenvolvimento do tema, a presente pesquisa demonstrou que a literatura tem avançado no sentido que a abordagem dos artigos em sua grande maioria, 68,9% da amostra, apresentaram uma visão de *design* e recursos, juntamente com uma visão de valor e medição, ou seja, os benefícios e vantagens de seu uso. Tal constatação difere do trabalho de Risius e Spohrer (2017, p. 385), pois foi dito que em sua maioria, os artigos tratam somente de seus recursos tecnológicos, sem avançar com visão de geração de valor.

O ponto levantado acima pressupõe que a literatura tem avançado, principalmente, por conta do presente trabalho ser uma atualização da análise da literatura, visto que 71% dos artigos da amostra foram publicados nos anos de 2018 e 2019. Além desse incremento de visão por parte dos autores, foi interessante observar que 31,1% dos artigos apresentaram uma proposição de modelo com algoritmo de consenso diferente dos tradicionais, alegando sempre um ganho de produtividade ou um incremento tecnológico.

É possível observar que cada vez mais os estudos estão ficando mais aplicados, com vi-

são empírica e contextualizados, com novas proposições de melhorias tecnológicas, o que afeta a sociedade no geral. Sobre esse aspecto, quando analisado o nível de análise dos artigos, diferentemente do esperado, poucos são os trabalhos que focam para a visão das empresas e indústrias, por esse motivo, é possível acreditar que este seja mais um grande ponto a ser adicionado em futuras pesquisas.

5.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

O presente trabalho esteve sujeito à algumas limitações no método, entre elas, as generalizações e suposições de estado da arte da literatura atual do tema estão embasadas em uma amostra de artigos, o quais podem existir, como por exemplo, diversas outras aplicações da tecnologia, com outros tipos de discussão sobre aspectos de implementação.

Outro ponto de limitação é o fato do caráter subjetivo de classificação dos artigos, visto que as definições com base na categorização são feitas de acordo com o entendimento da autora que construiu os códigos. Dessa forma, é necessário levar em conta esses aspectos para possíveis generalizações de resultado.

Por fim, sugere-se para novas pesquisas de revisão de literatura no tema, a busca por demais artigos, com outros métodos de coleta e diversas bases de dados, para uma análise com mais artigos. Além disso, sugere-se a construção de mais e outras categorias de classificação para abordagens de análises complementares. Por fim, é salutar também artigos de revisão que explorem em específico uma única área de aplicação da tecnologia *Blockchain*, possibilitando levantamento de ponto característicos daquela área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhami, S., Giudici, G., & Martinazzi, S. (2018). [Why do Businesses Go Crypto? An Empirical Analysis of Initial Coin Offerings](#). *Journal of Economics and Business*, 100(1), 64–75.
(Citado 1 vez na página 3.)
- Al-Ruithe, M., Benkhelifa, E., & Hameed, K. (2018). [Key Issues for Embracing the Cloud Computing to Adopt a Digital Transformation: A study of Saudi Public Sector](#). *Procedia Computer Science*, 130, 1037–1043.
(Citado 1 vez na página 1.)
- Aral, S., Dellarocas, C., & Godes, D. (2013). [Social Media and Business Transformation: A Framework for Research](#). *Information Systems Research*, 24(1), 3–13.
(Citado 3 vezes nas páginas 15, 23, e 24.)
- Belin, O. (2017). *The Difference Between Blockchain & Distributed Ledger Technology*. Retrieved from <https://tradeix.com/distributed-ledger-technology/> (Acessado em: 04 de março de 2019)
(Citado 1 vez na página 9.)
- Bitcoin, P. (2018). *Crescimento do Bitcoin no Brasil*. Retrieved from <https://portaldobitcoin.com/> (Acessado em: 04 de março de 2019)
(Citado 1 vez na página 3.)
- Bocato, V. R. C. (2006). Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 18(3), 265–274.
(Citado 1 vez na página 20.)
- Brogan, J., Baskaran, I., & Ramachandran, N. (2018). [Authenticating Health Activity Data Using Distributed Ledger Technologies](#). *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 16(1), 257–266.
(Citado 1 vez na página 4.)
- Buterin, V. (2013). *A next generation smart contract & decentralized application platform* (Tech. Rep.). Ethereum.
(Citado 2 vezes nas páginas 2 e 4.)
- Casado-Vara, R., Prieto, J., Prieta, F. D. L., & Corchado, J. M. (2018). [How Blockchain Improves the Supply Chain: Case Study Alimentary Supply Chain](#). *Procedia Computer Science*, 134(1), 393–398. (The 15th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing (MobiSPC 2018) / The 13th International Conference on Future Networks and Communications (FNC-2018) / Affiliated Workshops)
(Citado 2 vezes nas páginas 4 e 23.)
- Chen, Y. (2018). [Blockchain Tokens and the Potential Democratization of Entrepreneurship and Innovation](#). *Business Horizons*, 61(4), 567–575.
(Citado 3 vezes nas páginas 9, 29, e 36.)
- Ching, H. Y. (2010). *Gestão de estoques na Cadeia de Logística Integrada: Supply Chain* (4th ed.) (No. 1). São Paulo: Atlas.
(Citado 1 vez na página 4.)
- Christensen, C., & Raynor, M. (2003). *The innovator's solution* (H. B. R. Press, Ed.).
(Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.)
- Ciccarino, I., & Araki, M. E. (2017). *Blockchain como um fator de mudança na competição e no arranjo econômico de oportunidades*. In (pp. 1–13). (Conference: XX SEMEAD Seminários em Administração)
(Citado 1 vez na página 8.)
- Coelho, P. M. N. (2016). *Rumo à indústria 4.0* (Unpublished master's thesis). Universidade de Coimbra. (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial - Departamento de Engenharia Mecânica.)
(Citado 1 vez na página 1.)

- Danneels, E. (2004). **Disruptive Technology Reconsidered: A Critique and Research Agenda**. *Journal of Product Innovation Management*, 21(4), 246–258.
(Citado 1 vez na página 7.)
- Diniz, E. H. (2017). Emerge uma nova tecnologia disruptiva. *GV - Executivo*, 16(2), 46–50.
(Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.)
- Efanov, D., & Roschin, P. (2018). **The All-Pervasiveness of the Blockchain Technology**. *Procedia Computer Science*, 123(1), 116–121. (8th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2017 (Eighth Annual Meeting of the BICA Society), held August 1-6, 2017 in Moscow, Russia)
(Citado 3 vezes nas páginas 2, 3, e 29.)
- Elsevier. (2018). *O que é Science Direct?* Retrieved from <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/sciencedirect> (Acessado em: 07 de março de 2019)
(Citado 1 vez na página 19.)
- Elsevier. (2019). *Nosso negócio*. Retrieved from <https://www.elsevier.com/pt-br/about/our-business> (Acessado em: 07 de março de 2019)
(Citado 1 vez na página 19.)
- Ferreira, J. E., Pinto, F. G. C., & Santos, S. C. (2017). **Estudo de Mapeamento Sistemático sobre as Tendências e Desafios do Blockchain**. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 15(1), 108–117. (Edição Especial: Anais do IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação)
(Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.)
- Ferreira, M. C. R. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H., & Barboza, F. L. M. (2016, apr). **A systematic review of literature about finance and sustainability**. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 6(2), 112–147.
(Citado 2 vezes nas páginas 5 e 18.)
- Fujimura, S., Watanabe, H., Nakadaira, A., Yamada, T., Akutsu, A., & Kishigami, J. J. (2015, sep). BRIGHT: A concept for a decentralized rights management system based on Blockchain. In *2015 IEEE 5th international conference on consumer electronics* (pp. 345–346). Berlin: IEEE.
(Citado 1 vez na página 24.)
- Garcia, P. (2018). **Biometrics on the Blockchain**. *Biometric Technology Today*, 2018(5), 5–7.
(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.)
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6th ed.). São Paulo: Atlas.
(Citado 1 vez na página 18.)
- Gordon, W. J., & Catalini, C. (2018). **Blockchain Technology for Healthcare: Facilitating the Transition to Patient-Driven Interoperability**. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 16(1), 224–230.
(Citado 1 vez na página 29.)
- Hammi, M. T., Hammi, B., Bellot, P., & Serhrouchni, A. (2018). **Bubbles of Trust: A Decentralized Blockchain-Based Authentication System for IOT**. *Computers & Security*, 78(1), 126–142.
(Citado 1 vez na página 27.)
- Hernandez, R. (2010). *Metodologia de la investigacion* (5th ed.). McGraw-Hill Interamericana.
(Citado 1 vez na página 18.)
- Hwang, J., in Choi, M., Lee, T., Jeon, S., Kim, S., Park, S., & Park, S. (2017). **Energy Prosumer Business Model using Blockchain System to Ensure Transparency and Safety**. *Energy Procedia*, 141(1), 194–198.
(Citado 2 vezes nas páginas 4 e 28.)
- Jabbour, C. J. C. (2013). **Environmental training in organisations: From a literature review to a framework for future research**. *Resources, Conservation and Recycling*, 74(1), 144–155.
(Citado 7 vezes nas páginas 5, 18, 22, 24, 26, 27, e 42.)
- Jiang, P., Guo, F., Liang, K., Lai, J., & Wen, Q. (2017). **Searchain: Blockchain-Based Private Keyword Search in Decentralized Storage**. *Future Generation Computer Systems*(1). (In Press)
(Citado 1 vez na página 36.)
- Khan, M. A., & Salah, K. (2018). **IOT Security: Review, Blockchain Solutions, and Open Challenges**. *Future Generation Computer Systems*, 82(1), 395–411.
(Citado 1 vez na página 28.)
- Lages Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). **Variations of the Kanban System: Literature Review and Classification**. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21.
(Citado 2 vezes nas páginas 5 e 18.)
- Lamounier, L. (2019). *Algoritmos de consenso: A raiz que sustenta a tecnologia Blockchain*. Retrieved from <https://101blockchains.com/pt/algoritmos-de-consenso/> (Acessado em: 15 de março de 2019)
(Citado 1 vez na página 14.)
- Larios-Hernández, G. J. (2017). **Blockchain Entrepreneurship Opportunity in the Practices of the Unbanked**. *Business Horizons*, 60(6), 865–874.
(Citado 1 vez na página 29.)
- Leslie Lamport, R. S., & Pease, M. (1982). The byzantine generals problem. *ACM Transactions on Programming*

- Languages and Systems*, 4(3), 382–401. (Citado 2 vezes nas páginas 12 e 25.)
- Li, J., Wu, J., & Chen, L. (2018). **Block-Secure: Blockchain based Scheme for Secure P2P Cloud Storage**. *Information Sciences*, 465(1), 219–231. (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 28.)
- Li, Z., Liu, L., Barenji, A. V., & Wang, W. (2018). **Cloud-Based Manufacturing Blockchain: Secure Knowledge Sharing for Injection Mould Redesign**. *Procedia CIRP*, 72(1), 961–966. (51st CIRP Conference on Manufacturing Systems) (Citado 1 vez na página 31.)
- Lin, C., He, D., Huang, X., Choo, K.-K. R., & Vasilakos, A. V. (2018). **Bsein: A Blockchain-Based Secure Mutual Authentication with Fine-Grained Access Control System for Industry 4.0**. *Journal of Network and Computer Applications*, 116(1), 42–52. (Citado 1 vez na página 36.)
- Lucena, A. U., & Henriques, M. A. A. (2018). Estudo preliminar da adoção de assinaturas baseadas em *hash* no *blockchain* do Bitcoin. In *Sociedade Brasileira de Computação*. (Citado 1 vez na página 11.)
- Ma, Z., Jiang, M., Gao, H., & Wang, Z. (2018). **Blockchain for Digital Rights Management**. *Future Generation Computer Systems*, 89(1), 746–764. (Citado 1 vez na página 36.)
- Mariano, E. B., Sobreiro, V. A., & Rebelatto, D. A. N. (2015). **Human development and data envelopment analysis: A structured literature review**. *Omega*, 54(1), 33–49. (Citado 2 vezes nas páginas 5 e 18.)
- Market, C. (2019). *Top 100 criptomoedas por capitalização de mercado*. Retrieved from <https://coinmarketcap.com/pt-br/> (Acessado em: 15 de maio de 2019) (Citado 1 vez na página 3.)
- Marquéz, R. (2019). *“TIMECHAIN” era para satoshi nakamoto o que conhecemos como “blockchain”*. Retrieved from <https://criptonoticias.com.br/educacao/timechain-era-para-satoshi-nakamoto-o-que-conhecemos-como-blockchain/> (Acessado em: 07 de abril de 2019) (Citado 1 vez na página 20.)
- Mengelkamp, E., Gärtner, J., Rock, K., Kessler, S., Orsini, L., & Weinhardt, C. (2018). **Designing Microgrid Energy Markets: A Case Study: The Brooklyn Microgrid**. *Applied Energy*, 210(1), 870–880. (Citado 1 vez na página 34.)
- Mills, D., Wang, K., Malone, B., Ravi, A., Marquardt, J., Chen, C., ... Baird, M. (2016). **Distributed Ledger Technology in Payments, Clearing, and Settlement**. *Finance and Economics Discussion Series*, 2016(95), 1–36. (Citado 1 vez na página 9.)
- Mingxiao, D., Xiaofeng, M., Zhe, Z., Xiangwei, W., & Qijun, C. (2017). **A Review on Consensus Algorithm of Blockchain**. In *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 2567–2572). Canada: IEEE. (Citado 6 vezes nas páginas 12, 13, 14, 25, 33, e 34.)
- Miranda, J. C., & Zuchi, J. D. (2018). **Tecnologia Blockchain**. *Revista Interface Tecnológica*, 15(2), 457–469. (Citado 1 vez na página 7.)
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system* (Tech. Rep.). Bitcoin. (www.bitcoin.org) (Citado 9 vezes nas páginas xi, xiii, 2, 3, 10, 11, 12, 20, e 41.)
- Nguyen, Q. K. (2016). **Blockchain - A Financial Technology for Future Sustainable Development**. In *2016 3rd International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)* (pp. 51–54). Taiwan: IEEE. (Citado 1 vez na página 24.)
- Otte, P., de Vos, M., & Pouwelse, J. (2017). **Trustchain: A Sybil-Resistant Scalable Blockchain**. *Future Generation Computer Systems*(1). (Citado 1 vez na página 33.)
- Phillips, B. (2014). *The p2p witch hunt*. Retrieved from <https://blog.peer5.com/the-p2p-witch-hunt/> (Acessado em: 15 de março de 2019) (Citado 1 vez na página 10.)
- Pinho, P. R., Lung, L. C., Rech, L., & Correia, M. (2016). Replicação de máquina de estado baseada em prioridade com *PRaf*. In (pp. 1–14). Retrieved from http://www.sbrc2016.ufba.br/downloads/SlidesSessoesTecnicas/ST12/152277_5.pdf (Notas) (Citado 1 vez na página 14.)
- Qin, B., Huang, J., Wang, Q., Luo, X., Liang, B., & Shi, W. (2017). **Cecoin: A Decentralized PKI Mitigating MitM Attacks**. *Future Generation Computer Systems*(1). (In Press)

- (Citado 1 vez na página 36.)
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). [On Blockchain and its Integration with IOT. Challenges and Opportunities](#). *Future Generation Computer Systems*, 88(1), 173–190.
- (Citado 1 vez na página 28.)
- Risius, M., & Spohrer, K. (2017). [A Blockchain Research Framework](#). *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 385–409.
- (Citado 8 vezes nas páginas 15, 16, 23, 24, 28, 31, 32, e 42.)
- Santos, A. R. (2007). *Metodologia Científica - A Construção Do Conhecimento* (7th ed.) (No. 1). Lamparina.
- (Citado 1 vez na página 18.)
- Schollmeier, R. (2002). [A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications](#). In *Proceedings first international conference on peer-to-peer computing* (pp. 101–102.). Sweden: IEEE Comput. Soc.
- (Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.)
- Seuring, S. (2013, mar). [A review of modeling approaches for sustainable Supply Chain Management](#). *Decision Support Systems*, 54(4), 1513–1520.
- (Citado 2 vezes nas páginas 5 e 18.)
- Sharma, P. K., & Park, J. H. (2018). [Blockchain based Hybrid Network Architecture for the Smart City](#). *Future Generation Computer Systems*, 86(1), 650–655.
- (Citado 1 vez na página 30.)
- Sikorski, J. J., Haughton, J., & Kraft, M. (2017). [Blockchain Technology in the Chemical Industry: Machine-To-Machine Electricity Market](#). *Applied Energy*, 195(1), 234–246.
- (Citado 1 vez na página 27.)
- Silva, L. M. (2006). *Mercado de opções conceitos e estratégias* (3rd ed.) (No. 1). HALIP.
- (Citado 1 vez na página 4.)
- Srivastava, L. (2005). *ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things* (Tech. Rep. No. 1). International Telecommunication Union. (Geneva)
- (Citado 1 vez na página 1.)
- Sullivan, C., & Burger, E. (2017). [E-Residency and Blockchain](#). *Computer Law & Security Review*, 33(4), 470–481.
- (Citado 1 vez na página 30.)
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy* (1st ed.; O. Media, Ed.) (No. 1). O'Reilly UK Ltd.
- (Citado 4 vezes nas páginas 3, 25, 34, e 38.)
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2007). *Blockchain Revolution* (SENAI-SP, Ed.) (No. 1). (São Paulo)
- (Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.)
- Teece, D. J. (2010, apr). [Business Models, Business Strategy and Innovation](#). *Long Range Planning*, 43(2-3), 172–194.
- (Citado 1 vez na página 8.)
- Tigre, P. B., & Noronha, V. B. (2013). [Do mainframe à nuvem: Inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação](#). *Revista de Administração da USP*, 48(1), 114–127.
- (Citado 2 vezes nas páginas 1 e 2.)
- Vicente, P. (2005, mar). [O uso de simulação como metodologia de pesquisa em Ciências Sociais](#). *Cadernos EBAPE.BR*, 3(1), 01–09.
- (Citado 1 vez na página 23.)
- Viriyasitavat, W., & Hoonsopon, D. (2018). [Blockchain Characteristics and Consensus in Modern Business Processes](#). *Journal of Industrial Information Integration*, 13(1), 32–39.
- (Citado 1 vez na página 33.)
- Vosgerau, D. S. R., & Romanowski, J. P. (2014). [Estudos de Revisão: Implicações Conceituais e Metodológicas](#). *Revista Diálogo Educacional*, 14(474), 165–189.
- (Citado 1 vez na página 18.)
- Žiga Turk, & Klinc, R. (2017). [Potentials of Blockchain Technology for Construction Management](#). *Procedia Engineering*, 196(1), 638–645.
- (Citado 1 vez na página 29.)
- Wang, B., Sun, J., He, Y., Pang, D., & Lu, N. (2018). [Large-Scale Election Based on Blockchain](#). *Procedia Computer Science*, 129(1), 234–237.
- (Citado 2 vezes nas páginas 29 e 33.)
- Wang, Y., & Kogan, A. (2018). [Designing Confidentiality-Preserving Blockchain-based Transaction Processing Systems](#). *International Journal of Accounting Information Systems*(1). (In Press)
- (Citado 1 vez na página 36.)
- WEF. (2015). *Deep shift technology tipping points and societal impact* (Tech. Rep.). World Economic Forum.
- (Citado 1 vez na página 2.)
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (2nd ed.) (No. 1). Porto Alegre: Bookman.

- (Citado 2 vezes nas páginas 23 e 29.)
Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016, oct). [Where Is Current Research on Blockchain Technology? — A Systematic Review](#). *PLOS ONE*, 11(10), 1–27.
- (Citado 4 vezes nas páginas 15, 16, 21, e 35.)
Zhang, Y., Deng, R. H., Liu, X., & Zheng, D. (2018). [Blockchain based Efficient and Robust Fair Payment for Outsourcing Services in Cloud Computing](#). *Information Sciences*, 462(1), 262–277.
- (Citado 1 vez na página 28.)

