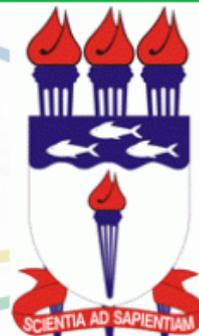




PROFNIT

Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual
e Transferência de Tecnologia para a Inovação
Universidade Federal de Alagoas



VINÍCIUS JOSÉ FERRO GOMES

BLOCKCHAIN: UM PANORAMA CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
Instituto de Química e Biotecnologia
Campus A. C. Simões
Tabuleiro dos Martins
57072-970 - Maceió – AL
www.profnit.org.br

VINÍCIUS JOSÉ FERRO GOMES

BLOCKCHAIN: UM PANORAMA CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Dissertação de mestrado apresentada ao Ponto Focal da Universidade Federal de Alagoas do Mestrado Profissional em Rede Nacional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia Para Inovação como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sílvia Beatriz Beger Uchôa.

MACEIÓ, AL

Novembro de 2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

G633b Gomes, Vinícius José Ferro.
Blockchain : um panorama científico e tecnológico / Vinícius José Ferro Gomes. –
2020.
63 f. : il. color.

Orientadora: Sílvia Beatriz Beger Uchôa.

Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de
Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e
Biotecnologia. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 59-63.

1. *Blockchain* (Base de dados). 2. Mapeamento tecnológico. 3. Patentes. I. Título.

CDU: 004.65



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO



BR 104 Km14, Campus A. C. Simões
Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins
57072-970, Maceió-AL, Brasil
Fone: (82) 3214-1144
Email: profit.ufal@gmail.com

FOLHA DE APROVAÇÃO

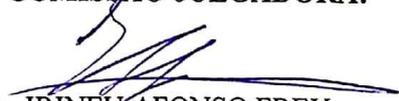
VINÍCIUS JOSÉ FERRO GOMES

BLOCKCHAIN: UM PANORAMA CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação.

Dissertação aprovada em 4 de dezembro de 2019.

COMISSÃO JULGADORA:


Dr. IRINEU AFONSO FREY,

UFSC Examinador(a) Externo(a) à Instituição


Dr. JOÃO PAULO LIMA SANTOS,

UFAL Examinador(a) Interno(a)


Dr. SILVIA BEATRIZ BEGER UCHOA,

UFAL Presidente


VINÍCIUS JOSÉ FERRO GOMES

Mestrando

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida.

Dedico este trabalho a minha esposa Sheylla e meus filhos Ana Cecília, Luís Miguel, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Dedico este trabalho a todos os entusiastas das novas tecnologias e da inovação.

...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me consolar nos momentos mais difíceis de minha jornada.

Agradeço a todos da minha família pela paciência e apoio.

Agradeço à minha Orientadora, Professora Doutora Sílvia Beatriz Beger Uchôa por todo seu profissionalismo, dedicação e apoio.

Agradeço ao Professor Doutor Josealdo Tonholo pela inspiração.

Agradeço aos professores Examinadores dessa dissertação.

Agradeço a todos os professores do PROFNIT.

Agradeço ao apoio administrativo do PROFNIT.

Agradeço aos meus colegas de curso do PROFNIT.

...

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um mapeamento científico-tecnológico da tecnologia *Blockchain (BC)*, mostrando a sua evolução, versatilidade e aplicações nas mais diversas áreas. Também se buscou a classificação das patentes, pontuando quais setores se encontram em destaque e evidenciando inventores, bem como depositantes envolvidos com essa tecnologia. Essa pesquisa classifica-se como do tipo quantitativa, tendo sua natureza a pesquisa aplicada, com a tecnologia *blockchain* como tema central de estudo, por meio de métodos de monitoramento tecnológico. A pesquisa foi realizada em documentos científicos na base de dados Scopus, outras publicações não indexadas a base não foram resgatadas, já para os documentos de patentes, foi utilizada a ferramenta Questel-Orbit®, com cobertura de publicações de 87 escritórios nacionais e 6 escritórios regionais. As buscas foram realizadas nos meses de abril e maio de 2019 e trouxeram o quantitativo de 3.499 documentos científicos, entre eles 931 artigos. Já o resultado da busca patentária revelou 4.897 patentes relacionadas à tecnologia *blockchain*, mostrando um crescimento acentuado de documentos relativos à tecnologia a partir do ano de 2015. O maior número de patentes em relação a artigos científicos pode ser associado ao grande interesse do mercado nessa tecnologia. Os Estados Unidos da América e a China são os países com maior número de artigos e de depósito de patentes, sobressaindo entre os depositantes, grandes organizações. A tendência da tecnologia aponta maior convergência entre *blockchain* e internet das coisas (Iot) para proteção de dados, mais oportunidade de investimentos e oferta na indústria financeira.

Palavras Chaves: Blockchain. Tecnologia descentralizada. Livro distribuído. Mapeamento Tecnológico.

ABSTRACT

This paper aims to present a scientific-technological mapping of Blockchain technology (BC), showing its evolution, versatility and applications in the most diverse areas. The classification of patents was also sought, pointing out which sectors are highlighted and highlighting inventors, as well as depositors involved with this technology. This research is classified as quantitative, and its nature is applied research, with blockchain technology as the central theme of study, through technological monitoring methods. The research was performed on scientific documents in the Scopus database, other non-indexed publications were not retrieved, while for patent documents, the Questel-Orbit® tool was used, with coverage of publications from 87 national offices and 6 offices. regional The searches were carried out in April and May 2019 and brought the amount of 3,499 scientific documents, among them 931 articles. The result of the patent search revealed 4,897 patents related to blockchain technology, showing a sharp growth of documents related to technology since 2015. The higher number of patents related to scientific articles can be associated with the great interest of the market in this technology. . The United States of America and China are the countries with the largest number of articles and patent filings, prominent among the depositors, large organizations. The technology trend points to greater convergence between blockchain and IoT for data protection, more investment opportunity and supply in the financial industry.

Keywords: Blockchain. Decentralized technology. Distributed ledger. Technological mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura geral do trabalho.....	16
Figura 2 - Representação do método transacional.....	19
Figura 3 - Exemplo de operação do <i>blockchain</i>	20
Figura 4 - Utilização do blockchain em diversos setores de negócios.	22
Figura 5 - Mapa de concentração de nós <i>bitcoin</i> ao redor do mundo.....	27
Figura 6 - Tendências emergentes na tecnologia <i>blockchain</i>	28
Figura 7 - Hype cycle de negócios com <i>blockchain</i> em 2019.	29
Figura 8 - Total de investimentos em <i>blockchain</i> por ano – Top 50 empresas de capital de risco.	30
Figura 9 - Distribuição percentual da classificação de documentos resultantes da busca na base Scopus.....	36
Figura 10 - Comparativo de distribuição de publicações de artigos e famílias de patentes, por ano.	37
Figura 11 - Comparativo de distribuição de publicações de artigos e famílias de patentes, por ano.	38
Figura 12 - Análise dos principais países por publicação de artigos e família de patentes.	38
Figura 13 - Comparativo quantitativo dos principais países em relação à produção de artigos versus patentes.	39
Figura 15 - Rede de citações com 32 autores de artigos científicos.....	42
Figura 16 - Principais inventores da tecnologia <i>blockchain</i>	43
Figura 17 - Distribuição percentual das tecnologias dominantes dos inventores Jun-Sun Auh, Jae-Wu, Joo Han Song, Jay Wu Hong e Joon Sun Uhr.....	43
Figura 18 - Principais instituições científicas referente a publicações acadêmicas.	44
Figura 19 - Distribuição percentual da classificação de documentos publicados pela Chinese Academy of Sciences.....	45
Figura 20 - Número de famílias de patentes por empresas depositantes.....	46
Figura 21 - Rede de citações das famílias de patentes depositadas pela empresa IBM.	47
Figura 22 - Principais áreas tecnológicas de empresas depositantes.....	48
Figura 23 - Tendência de investimento tecnológico dos principais depositantes.	49
Figura 24 - Indicadores de portfólio de patentes das principais empresas depositantes.	49
Figura 25 - Áreas acadêmicas dos documentos científicos da base Scopus.....	50

Figura 26 - Códigos IPC das patentes depositadas.....	51
Figura 27 - Famílias de patentes por domínio de tecnologia.	52
Figura 28 - Ecossistema de clusters tecnológicos do <i>blockchain</i>	53
Figura 29 - Ranking dos 10 maiores depositantes de patentes no Brasil.	54
Figura 30 - Tendência de investimento tecnológico dos principais depositantes do mercado brasileiro.	54
Figura 31 - Famílias de patentes por domínio de tecnologia no mercado brasileiro.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da tecnologia <i>blockchain</i>	22
Quadro 2 - Comparação entre os diferentes tipos de tecnologia de contabilidade distribuída.	23
Quadro 3 - Tipos de <i>blockchain</i>	24
Quadro 4 - Exemplos de aplicação de <i>blockchain</i> além das criptomoedas.	25
Quadro 5 - Metodologia utilizada para a pesquisa de documentos científicos e patentes.....	32
Quadro 6 - Quadro de resultados de busca de documentos/artigos científicos e patentes nas suas respectivas bases.....	33
Quadro 7 - Artigos publicados pelo pesquisador Feiyue Wang, segundo a base Scopus.	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Contextualização do problema de pesquisa.....	12
1.2. Objetivos da pesquisa	14
1.3. Justificativa do estudo	14
1.4. Estrutura do trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Histórico da tecnologia <i>blockchain</i>	18
2.2 A tecnologia <i>blockchain</i>	19
2.3 Aspectos do <i>blockchain</i>	21
2.4 Aplicações e tendências do <i>blockchain</i>	26
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	32
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	32
3.2 Contexto da Pesquisa.....	32
3.3 Procedimentos Metodológicos	33
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	35
4.1 Análise da busca de documentos e patentes	35
4.2 Panorama da produção científica e tecnológica no mundo	38
4.3 Análise dos principais autores e inventores.....	39
4.4 Principais instituições científicas e empresas depositantes	43
4.5 Documentos por área e família de patentes por código IPC.....	49
4.6 Família de patentes por domínio de tecnologia	51
4.7 Proteção da tecnologia <i>blockchain</i> no Brasil.....	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
5.1 Conclusões.....	56
5.2 Sugestões de novas pesquisas.....	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta a contextualização do problema de pesquisa, no qual são apresentados os principais desafios e necessidades relacionados ao tema pesquisado; os objetivos da pesquisa, demonstrando o escopo do estudo prospectivo; a justificativa do estudo, apresentando seu grau de relevância nos aspectos científicos e tecnológicos; e, por fim, a estrutura do trabalho.

1.1. Contextualização do problema de pesquisa

As mudanças trazidas pelo novo mundo virtual vêm marcando a vida humana. Diferentemente dos antepassados humanos, que se reuniam ao redor da fogueira ou do rádio, a sociedade atual está sofrendo profundas mudanças por intermédio da transformação digital. É possível perceber que todos os setores da economia vêm sofrendo impactos diretos em sua estrutura de custos através do uso de várias tecnologias, como a robotização, uso de drones, manufatura aditiva - impressão 3D, *blockchain*, nanotecnologia, criptomoedas, entre outras (FRANCISCO; KUGLER; LARIEIRA, 2017; WEISS, 2019).

Segundo Azevedo (2017), as novas formas de tecnologias envolvidas nesse processo de transformação trazem mudanças profundas em todos os setores da sociedade, afetando modelos de negócios, consumo, produção, transporte, entrega e o modo de viver.

Na era digital, a tecnologia apresenta-se de maneira central em quase todas as coisas, apresentando aspectos bons e ruins, possibilitando que as pessoas tanto valorizem como também violem os direitos dos outros de forma intensa e criativa. A explosão dessas tecnologias em comunicação e no comércio online está criando mais oportunidades para cibercrimes (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Os contratos, as transações e os registros estão entre as estruturas definidoras nos sistemas econômicos, legais e políticos, atuando na proteção de ativos e estabelecendo limites organizacionais; verificam identidades e eventos crônicos, estruturando as interações entre nações, organizações, comunidades e indivíduos; atuam como guias nas ações gerenciais e sociais. No entanto, essas ferramentas críticas e as burocracias criadas para gerenciá-las não acompanharam a transformação digital da economia (IANSITI; LAKHANI, 2017).

A humanidade está adentrando na era da internet de valor, onde a tecnologia *blockchain*, também chamada de tecnologia de contabilidade distribuída, promete reinventar modelos de

negócios e de indústrias, levando as pessoas a desafiar a maneira como a atual sociedade é estruturada, definindo valores e a participação recompensada (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2017). Os autores citam essa participação como uma forma de recompensar a colaboração, inclusive de forma financeira, ficando explícito no caso da BC (*blockchain*) através da figura dos mineradores, os quais são os responsáveis por validar as transações por meio de desafios matemáticos (criptografia) em troca de frações de moedas digitais.

A internet da informação transformou a sociedade nas duas décadas anteriores e o mundo está entrando em uma fase na qual a *blockchain* pode fazer o mesmo, introduzindo um novo paradigma que compreende “*Internet of Trust*”¹ e “*Internet of Value*”². Embora o setor de serviços financeiros tenha sido pioneiro a adotar essa tecnologia, as aplicações também são frequentes em outras indústrias. A *blockchain* poderá ser transformadora para toda a economia global (DELOITTE, 2018).

Nesse contexto, várias empresas desenvolvem seus experimentos envolvendo a tecnologia *blockchain*. De acordo com a pesquisa *Fintech Deep Dive 2018*, realizada pela ABFintechs e PwC, as tecnologias que impulsionaram as *fintechs* até hoje não serão as mesmas no futuro, sendo *blockchain* apontada como uma das principais tecnologias a ser dominada no futuro por esse tipo de *startup* (PWC; ABFINTECHS, 2018).

No âmbito governamental também é possível perceber movimentos atrelados a essa tecnologia. O Banco Central do Brasil apresentou em 2017 um artigo referente a pesquisa de seu departamento de tecnologia da informação sobre experiência na análise de possíveis casos de uso e o exame de algumas das plataformas disponíveis para desenvolver protótipos de funcionamento de um sistema de liquidação bruta em tempo real mínimo, aplicando os conceitos do *blockchain* (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017).

A partir da exposição realizada que mostra a possibilidade de uso da tecnologia BC em diversos setores da economia e para investigar o potencial de aplicação dessa tecnologia para geração de inovações, foi realizada uma abordagem científica e tecnológica, destinada a responder a seguinte questão de pesquisa: Apresentar o panorama tecnológico e científico da tecnologia *blockchain* no cenário global e quais são os principais *players* na literatura de artigos científicos e na proteção por meio de depósitos de patentes?

¹ “Internet de Confiança”, na tradução em português, refere-se a prática da governança e segurança de dados.

² “Internet de Valor”, na tradução em português, descreve o espaço digital da Internet como um meio para transferir e armazenar valores de todos os tipos como: Moedas, Valores mobiliários, Propriedade intelectual e etc.

1.2. Objetivos da pesquisa

O objetivo geral desse trabalho é desenvolver um panorama científico e tecnológico da tecnologia *blockchain*, apresentando de maneira sistêmica os debates científicos e invenções oriundas dessa tecnologia e sua aplicação nas diversas áreas.

Os objetivos específicos compreendem os seguintes tópicos:

- a) Analisar as produções científicas sobre o tema *Blockchain*, por meio de métodos bibliométricos;
- b) Elaborar estudo analítico das patentes desenvolvidas a partir da tecnologia *blockchain*;
- c) Identificar os principais autores e inventores da tecnologia *blockchain*;
- d) Apresentar as principais instituições de ensino referentes à produção científica e às organizações depositantes de patentes dessa tecnologia;
- e) Identificar as tecnologias dominantes em relação às invenções atreladas a tecnologia *blockchain*, por meio da classificação internacional de patentes (CIP) dos documentos recuperados;
- f) Apresentar o cenário brasileiro referente aos depósitos de patentes, empresas depositantes e tecnologias dominantes.

1.3. Justificativa do estudo

A tecnologia *blockchain*, por ser de fato um grande agente de transformação de mercados, governos e sociedade, demanda a construção de um trabalho apurado, consistente e crítico, que possibilite a construção de um panorama global de aplicações dessa tecnologia, apresentando seus reais benefícios e principais limitações.

Ao apresentar as características e as invenções provenientes da tecnologia *blockchain* é possível inspirar a criação de novos modelos de negócios, novos meios de pagamentos para aperfeiçoar as relações econômicas, levar mais segurança as transações feitas por meio da tecnologia da informação e desenvolver inovações em áreas de impacto social.

O IST - Instituto de Tecnologia & Sociedade do Rio de Janeiro (2019), em seu relatório “*Blockchain para aplicações de interesse público*”, destaca que a tecnologia *blockchain* possibilita a redução de custos e de burocracia, com ganhos de confiabilidade e eficiência em sistemas de pagamento. Além disso, o referido instituto elenca os benefícios dessa tecnologia referente às aplicações de interesse público (IST, 2019):

- **Temporalidade** – A lógica do encadeamento dos blocos que contém as informações das transações em uma espécie de corrente, com o registro de data e hora, outorga o rastreamento das transações e imutabilidade dos registros;
- **Confiança e Consenso** – A criptografia e algoritmos de consenso permitem que participantes desconhecidos entre si possam confiar nas demais partes de forma irrefutável;
- **Resiliência e Descentralização** – A descentralização, promovida pela arquitetura de rede *peer-to-peer* (P2P), descarta a necessidade de uma entidade intermediária confiável sendo o principal mecanismo da geração de resiliência.
- **Privacidade e Autenticação** – Em algumas aplicações é dispensado aos membros da rede a apresentação de identificações pessoais, é possível proporcionar diferentes níveis de privacidade em conformidade com o protocolo utilizado. Os participantes possuem uma chave-primária única para o acesso, possibilitando assinatura digital em transações, que garante matematicamente a autenticidade das operações pelos detentores das chaves-primárias.
- **Ganhos de escala** - A possibilidade de programar códigos auto executáveis, como no caso dos contratos inteligentes, é um grande benefício da tecnologia *blockchain*. A automação de diversas aplicações evidencia os ganhos em escala da rede *blockchain* de maneira crescente e a diluição de custos de acordo com a dimensão da estrutura da rede.

Desse modo, as principais propriedades da tecnologia *blockchain* estão relacionados à promoção da descentralização, disponibilidade e integridade, transparência e auditabilidade, imutabilidade e irrefutabilidade, privacidade e anonimidade, desintermediação, cooperação e incentivos, podendo contribuir de forma inovadora para o desenvolvimento de aplicações e sistemas.

Segundo Gatteschi (2018) é possível destacar algumas desvantagens dessa tecnologia, sendo: alto consumo de energia das transações, a mineração requer hardware caro, sendo uma competição e podendo desperdiçar recursos computacionais, a replicação de dados requer espaço, adição de informações lenta, Imutabilidade e transparência podem prejudicar a privacidade e a reputação dos usuários e contratos inteligentes podem ser problemáticos.

Desse modo, podem ser detectados alguns tipos de *blockchain* para diversas finalidades, como *blockchain* públicos, privados e híbridos, bem como novas tecnologias que prometem resolver algumas desvantagens apresentadas pela *blockchain*, a exemplo das tecnologias de contabilidade distribuída *Hashgraph*, *DAG - Directed Acyclic Graphs* e *Holochain*.

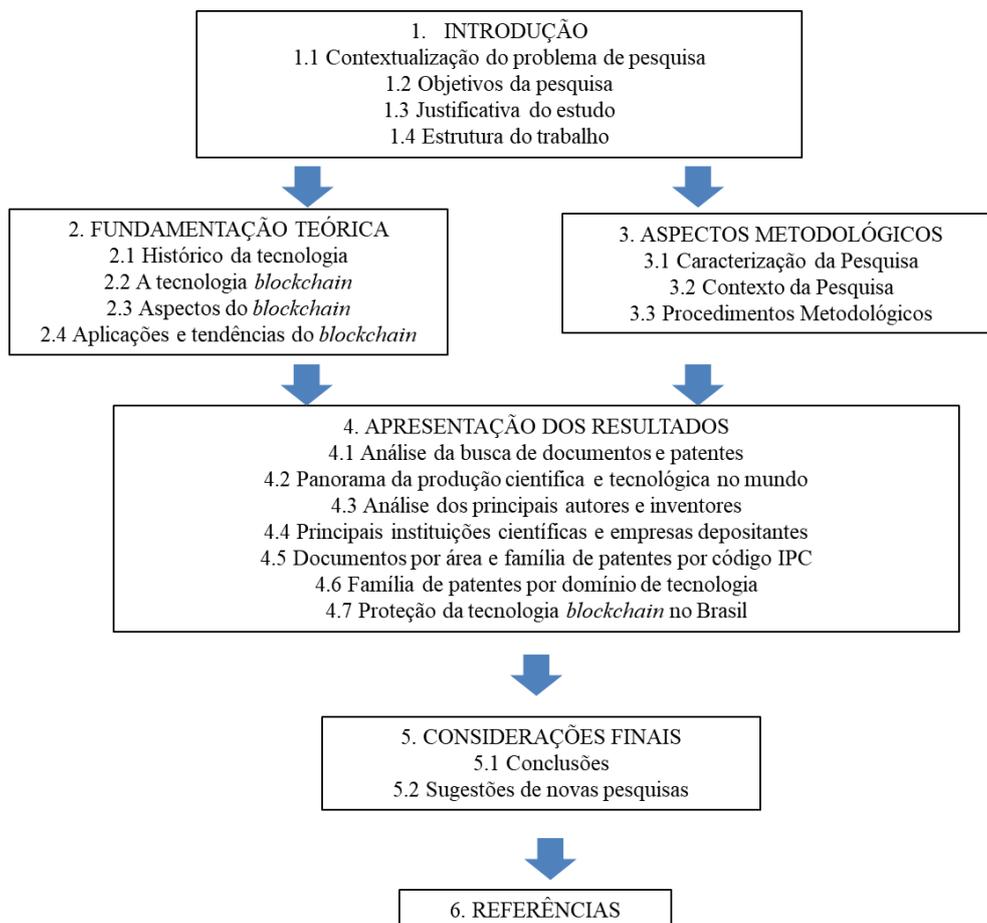
O presente estudo faz uso de técnicas de prospecção tecnológica para avaliar o panorama científico e tecnológico das invenções relacionadas à tecnologia *blockchain* aplicada às mais diversas áreas. De acordo com Mayerhoff (2008, p. 1): “Estudos de Prospecção constituem a ferramenta básica para a fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade moderna.”.

Sendo assim, esse trabalho pretende contribuir, levando conhecimento científico e tecnológico para a comunidade acadêmica, entidades governamentais, empreendedores e profissionais de um modo geral, sobre o desenvolvimento tecnológico da relevante tecnologia *blockchain*.

1.4 Estrutura do trabalho

A composição desse trabalho é apresentada em cinco capítulos, resumida na figura 1.

Figura 1 - Estrutura geral do trabalho.



Fonte: Autoria própria (2019).

O primeiro capítulo discorre a introdução, dividida entre os tópicos, contextualização do problema da pesquisa, objetivos da pesquisa, justificativa do estudo e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo aborda as fundamentações teóricas pertinentes ao tema desse estudo prospectivo, contemplando o histórico da tecnologia em seus aspectos de desenvolvimento. O conteúdo principal deste capítulo foi publicado na Revista Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 11, n. 4, p. 1165-1181, dezembro, 2018.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia adotada nesse trabalho, o contexto da pesquisa e os procedimentos metodológicos realizados.

O quarto capítulo apresenta os resultados da prospecção, evidenciando as análises científicas e tecnológicas, revelando todo tratamento de dados conquistados na pesquisa.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, concluindo o estudo prospectivo e propondo novas pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo expõe a fundamentação teórica utilizada para explicar e compreender o surgimento e histórico da tecnologia *blockchain*, suas características técnicas e seus aspectos de desenvolvimento.

2.1 Histórico da tecnologia *blockchain*

No ano de 2008, o mundo passava por um cenário devastador devido a uma forte crise financeira, a pior recessão em 80 anos, oriunda do evento *sub prime*, que colapsou o mercado financeiro a partir da rede bancária, e levou um dos maiores bancos de investimentos norte-americanos, o Lehman Brothers, à falência (THE ECONOMIST, 2013).

De acordo com Ulrich (2014), nesse mesmo ano, em meio à factível crise financeira global, surgiu um programador anônimo, com o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, que publicou um artigo denominado “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.*”, que apresentava uma possível solução à instabilidade do sistema financeiro mundial naquele momento. Nakamoto (2008) explicava com clareza que as transações eletrônicas feitas pela internet, até aquele momento, dependiam exclusivamente de instituições financeiras, as quais denominou “intermediários confiáveis”, o que expunha toda a fragilidade de um modelo baseado em confiança.

A proposta da criptomoeda, desenvolvida por Nakamoto, trazia como essência: eliminar os custos das transações oriundos de intermediários financeiros; resolver o problema do gasto duplo, ou seja, impossibilitar que determinada quantia virtual fosse gasta duas vezes; e garantir a segurança das transações a partir de uma rede de transações progressiva e criptografada por meio de uma prova-de-trabalho (ULRICH, 2014).

Na visão de Ulrich (2014), a invenção do *Bitcoin* é revolucionária porque, pela primeira vez, o problema do gasto duplo pode ser resolvido sem a necessidade de um terceiro. *Bitcoin* o faz distribuindo o imprescindível registro histórico a todos os usuários do sistema via uma rede *peer-to-peer* (par a par ou, simplesmente, de ponto a ponto).

Devido aos atributos citados anteriormente, o *bitcoin* tornou-se nos últimos anos uma solução financeira das mais impactantes e comentadas em todo o mundo. O artigo de Nakamoto (2008) revelou ao mundo uma série de possibilidades ainda não percebidas.

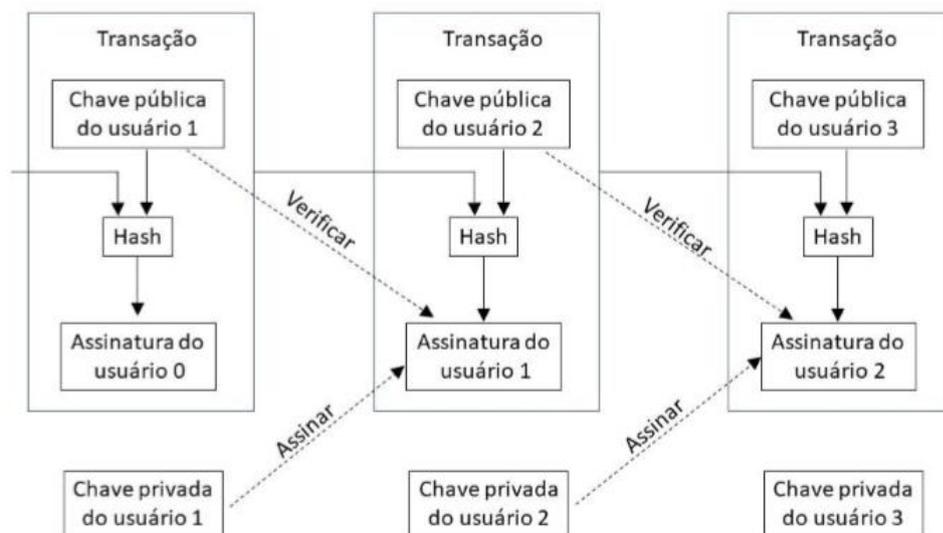
A partir da evolução e de toda a revolução trazida pelo *bitcoin*, o propósito desse estudo prospectivo foi mapear a tecnologia que possibilitou todo esse avanço.

2.2 A tecnologia *blockchain*

A *blockchain*, em sua essência, é um *ledger* (livro-razão) público que permite o registro imutável em cadeia de blocos, armazenando o registro histórico das transações por criptografia (Figura 2) e preservando as identidades e as chaves de segurança dos usuários (LYRA; MEIRINO, 2017).

Para Surda (2012), a tecnologia *blockchain* atua como um livro que não possibilita ser alterado, sendo escrito unilateralmente com registros diretamente relacionados ao anterior e ao posterior, em forma de corrente. Os registros são *on-line*, indicando data e hora, sem possibilidade de alteração; a única forma de alterar os registros seria utilizando poder computacional superior a toda rede.

Figura 2 - Representação do método transacional.



Fonte: Adaptado de Nakamoto (2008).

De acordo com Nakamoto (2008), a *blockchain* apresenta características consideradas como princípios fundamentais, a saber:

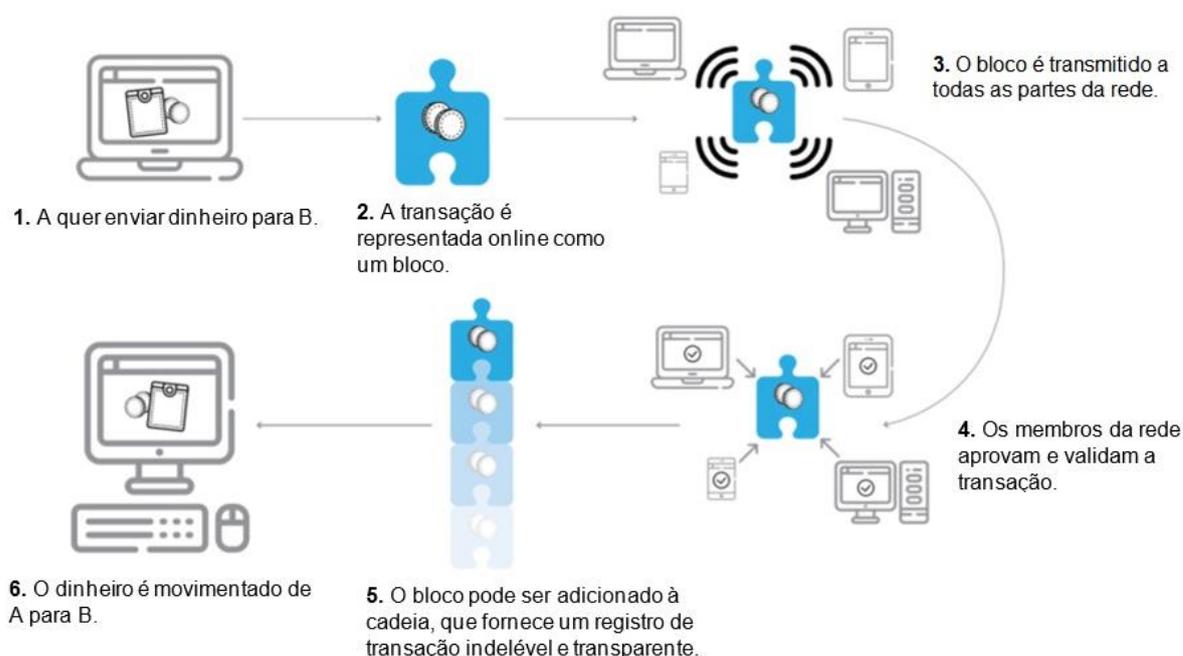
- Peer-to-peer:** o relacionamento entre as partes interessadas é realizado de maneira direta, desprezando a presença de intermediários;
- Inexistência de autoridade central:** não existe um órgão regulador central para a validação das transações, o que o caracteriza como uma tecnologia descentralizada;
- Proof-of-Work:** esforço computacional mínimo para ter direito de inserção de um novo bloco na rede; a validação dessa operação é feita através da geração assertiva do *hash*

(combinação de elementos que forma um resultado predeterminado). Os participantes desse procedimento são denominados mineradores;

- d) **Sincronização:** a partir do momento em que há o desligamento temporário de qualquer participante da rede, automaticamente, caso ele tenha interesse em retomar a sua atividade no processo de transações, surge a obrigação da aceitação do maior bloco encadeado de transações;
- e) **Consenso entre a maioria:** a inserção das transações na corrente, caso haja a aprovação pela maioria dos nós distribuídos através do uso de algoritmos de consenso (NAKAMOTO, 2008).

A figura 3 representa um exemplo da sequência de operação do *blockchain* em suas transações, adotando os princípios fundamentais desenvolvidos por Nakamoto (2008).

Figura 3 - Exemplo de operação do *blockchain*.



Fonte: Adaptado de Wild; Arnold; Stafford (2015).

As transações na *blockchain* são continuamente verificadas, compensadas e armazenadas pela rede em blocos digitais conectados aos blocos anteriores, criando assim uma cadeia na qual cada bloco deve se referir ao bloco anterior para ser válido, e essa estrutura registra permanentemente o tempo e armazena as trocas de valor, impedindo qualquer pessoa de alterar os registros (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

2.3 Aspectos da *blockchain*

No entendimento de Swan (2015), os benefícios provenientes da tecnologia *blockchain* para os sistemas econômicos, políticos, sociais e legais, têm característica extremamente disruptiva, capaz de mudar diversos aspectos da sociedade em suas transações.

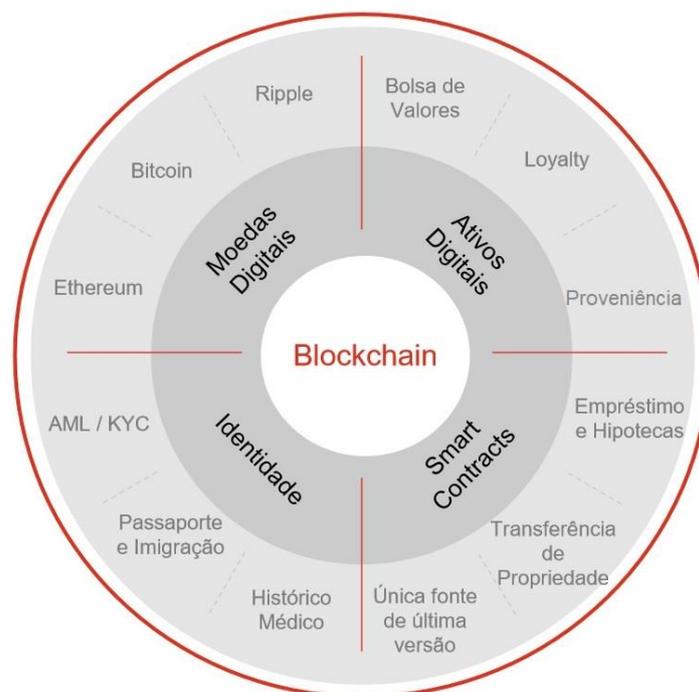
Swan (2015) ainda divide a revolução *blockchain* em três categorias: *Blockchain 1.0*, 2.0 e 3.0, sendo, *Blockchain 1.0* o que está relacionado aos inventos das criptomoedas, à implantação de sistemas de pagamentos e transferências de valores; *Blockchain 2.0* o que se refere aos contratos e toda à vasta aplicação dessa tecnologia para diversas transações, como empréstimos, hipotecas, títulos, propriedade intelectual e contratos inteligentes; e *Blockchain 3.0* o que se refere a aplicações particularmente voltadas para áreas governamentais, saúde, ciência, cultura e arte.

De acordo com Alves; Laigner; Nasser (2018) pode-se perceber que a tecnologia *blockchain* apresenta inovações em quatro modelos de aplicações bem definidas, que são:

- a) **Criptomoedas e serviços financeiros** - aplicação dos conceitos de alta disponibilidade, imutabilidade, transparência e ausência de entidade centralizadora possíveis em uma única estrutura concatenada de blocos.
- b) **Contratos Inteligentes** – criação de agente autônomo armazenado em uma *blockchain*, onde o contrato é enviado da mesma forma que uma transação. Assim, ele deve ser aprovado pelos nós da rede de acordo com o seu mecanismo de consenso. Uma vez criado, o contrato inteligente é identificado por um endereço para que possa ser chamado por outros sistemas, usuários e até mesmo por outros contratos inteligentes.
- c) **Gestão de Identidade e Proveniência** – criação de base única de dados afim de disponibilizar informações criptografadas sobre produtos e indivíduos, no caso dos produtos ainda é possível armazenar todos os passos da cadeia produtiva em uma *blockchain* para que o consumidor final tenha a garantia de que ele está comprando um produto legítimo.
- d) **Transparência Pública:** é possível utilizar informações de uma *blockchain* para o monitoramento de gastos na gestão pública, habilitando, por exemplo, a visualização de toda a cadeia de transações desencadeada desde o pagamento de um imposto até sua aplicação.

A figura 4 apresenta a utilização do *blockchain* em diversos setores de negócios, como a transferência de moedas digitais, liquidação e transações de ativos, fonte de identificação de documentos e automação de contratos.

Figura 4 - Utilização do *blockchain* em diversos setores de negócios.



Fonte: PwC (2017).

Conforme Szabo (1997), contrato inteligente é um protocolo de transação informatizado que executa os termos de um contrato de maneira automática. Sua finalidade é combinar protocolos com interfaces de usuário para formalizar e proteger relacionamentos em redes de computadores, evitando violações de princípios, interceptação ou interferência maliciosa de terceiros. Segundo Reyna *et al.* (2018), até o desenvolvimento da *blockchain* esse tipo de contrato era tecnologicamente inviável; contudo, após o surgimento dessa tecnologia, foi possível verificar que ela seria ideal para suportar contratos inteligentes.

Segundo Hogemann (2018), certamente a associação da tecnologia *blockchain* aos contratos inteligentes está afetando os preceitos, doutrinas e conceitos legais tradicionais. Os aspectos jurídicos e regulamentares em torno da tecnologia *blockchain* são de grande relevância para o seu futuro.

Para Ferreira *et al.* (2017), as desvantagens ou limitações apresentadas pela tecnologia *blockchain* são: baixo nível de amadurecimento da tecnologia, tamanho e largura de banda, alta latência, risco de ataques, desperdício de recursos, usabilidade e versionamento. Tais discussões

sobre os aspectos jurídicos, regulamentares e limitações da tecnologia *blockchain* são extremamente pertinentes e serão pauta para próximos trabalhos, uma vez que este estudo prospectivo se atenta a explorar o mapeamento tecnológico das patentes e científico desenvolvidas pela tecnologia *blockchain*, apresentando seu cenário global.

O quadro 1 apresenta um paralelo entre as vantagens e desvantagens da tecnologia *blockchain*.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da tecnologia *blockchain*.

Vantagens	Desvantagens
Cria um repositório compartilhado que é mantido pelos membros da rede, todos podem acessar dados e visualizar transações. Além disso, o armazenamento de informações nos nós evita a perda de dados em caso de eventos inesperados.	Caracterizado por alto consumo de energia. Uma transação de Bitcoin pode custar US \$ 6 ao considerar a energia consumida pelos nós da rede.
Fornecer confiança entre as partes. A assinatura digital e a validação garantem que todos os nós e usuários se comportem corretamente, sem a necessidade de intermediários.	A mineração requer hardware caro e a maior parte do poder de computação é desperdiçada.
Pode se tornar um repositório de dados mundial acessado por diferentes atores. Todos podem potencialmente ler e escrever.	Blocos de mineração é uma competição entre nós, onde apenas as vitórias mais rápidas, os outros estão apenas desperdiçando recursos.
A transparência é garantida. Todos podem ler não apenas o estado final das transações, mas também o histórico dos estados passados.	A replicação de dados requer espaço. Cópias locais da <i>blockchain</i> são armazenadas em cada nó da rede.
Imutabilidade. Os dados não podem ser apagados ou alterados.	A adição de informações é lenta. Criar um bloco de <i>Bitcoin</i> leva cerca de 10 a 60 minutos.
Descentralização. Pode funcionar sem uma autoridade central e não pode ser controlado, censurado ou desligado.	Imutabilidade e transparência podem prejudicar a privacidade e a reputação dos usuários. Cada nó da rede armazenaria uma cópia do <i>blockchain</i> e poderia acessar seu conteúdo.
Automação. Com contratos inteligentes, as atividades podem ser automatizadas.	Contratos inteligentes podem ser problemáticos. Como o código deles está disponível ao público e elas se tornam entidades autônomas quando são criadas, elas podem úteis para <i>hackers</i> .

Fonte: Autor, com informações adaptadas de Gatteschi (2018).

Alternativas tecnológicas surgem tentando superar as limitações apresentadas pela *blockchain*, algumas alternativas são as tecnologias de contabilidade distribuída *Hashgraph*, *DAG - Directed Acyclic Graphs* e *Holochain*. O quadro 2 apresenta uma comparação entre os diferentes tipos de tecnologia de contabilidade distribuída.

Quadro 2 - Comparação entre os diferentes tipos de tecnologia de contabilidade distribuída.

Categorias	Blockchain	Hashgraph	DAG	Holochain
Mineração	Os participantes têm a capacidade de adquirir novos tokens através de diferentes mecanismos de consenso.	Os nós criam o consenso através de uma votação virtual.	A transação anterior valida o sucesso para chegar a um consenso.	Os nós executam em cadeias individuais, sendo assim, os mineradores não são necessários para validar as transações.
Transações por segundo - TPS	Muito limitado em termos de escalabilidade e TPS.	Os mecanismos de consenso único reduzem a carga computacional, trazendo assim uma alta escalabilidade e alto TPS.	Uma estrutura de dados única através de grafos acíclicos encadeados fazer que se tenha um algo TPS.	Cada nó processa seu próprio registro, tendo assim uma escalabilidade ilimitada e TPS.
Estrutura de dados	Dados estruturados em bloco na ordem das transações que são validadas pelos mineradores do sistema.	A votação virtual e o <i>Gossip about Gossip</i> ³ fazem com que as transações sejam validadas pela maioria.	A estrutura de dados segue o mecanismo do grafo acíclico encadeado, onde cada transação é independente.	Os dados são distribuídos entre vários nós na plataforma, para que não tenha problemas de congestionamento de rede.
Validação de transações	Os mineradores possuem o poder de aceitar ou não uma transação	A validação das transações é feita por consenso.	O sucesso da transação atual se baseia na sua capacidade para validar as transações anteriores.	Os nós processam seus próprios registros, para que não tenha necessidade dos mineradores.
Data de lançamento	Se tornou publica em 2008.	Dispónivel para uso público a partir de 24 de agosto de 2018.	NXT é a primeira plataforma que utiliza DAG e se tornou pública em 09 de novembro de 2015.	Produto Alpha 1 lançado em 26 de maio de 2018.
Redes que executam na plataforma	<i>Bitcoin</i> e <i>Ethereum</i> são as redes mais populares construídas em <i>blockchain</i> .	Swirls e NOIA são as únicas redes em <i>Hashgraph</i> .	NXT, Tangle e ByteBall são as redes mais populares que usam a base DAG.	A rede <i>Holochain</i> é a mais conhecida nesta plataforma.

Fonte: Lamounier (2019).

Esses aspectos mostram diversas dimensões da tecnologia, apresentando a evolução das aplicações do *blockchain* e suas contribuições para a humanidade. Para Lyra; Meirino (2017) há *blockchain* público, privado e híbrido, com suas vantagens e desvantagens, permitindo-lhes atender às necessidades de várias aplicações, como: Identidades digitais, votação eletrônica, registros médicos, certificados acadêmicos, mídias digitais e armazenamento em nuvem (BOVÉRIO; DA SILVA, 2018).

³ *Gossip about Gossip* é o algoritmo de consenso de *hashgraph*.

O quadro 3 apresenta os tipos de blockchain e suas características com base em dados do estudo do *Cambridge Centre for Alternative Finance*⁴, enquanto o quadro 4 apresenta exemplos de aplicação de *blockchain* além das criptomoedas, mostrando a versatilidade dessa tecnologia e seu potencial de aplicação em várias áreas de inovação.

Quadro 3 - Tipos de *blockchain*.

			Ler	Escrever	Atualizar	Exemplos
Tipos de <i>blockchain</i>	Aberto	Sem autorização pública	Aberto para qualquer um	Qualquer um	Qualquer um	Bitcoin, Ethereum
		Dependente de autorização pública	Aberto para qualquer um	Somente os participantes autorizados	Todos os participantes autorizados ou um grupo deles	Sovrin
	Fechado	Consórcio	Limitado a um conjunto de participantes autorizados	Somente os participantes autorizados	Todos os participantes autorizados ou um grupo deles	Conjunto de bancos
		Privado	Totalmente privado ou restrito a um número de participantes autorizados	Só o operador na rede própria	Só o operador na rede própria	Matriz com suas subsidiárias

Fonte: Denny; Paulo; De Castro (2017).

Sendo assim, é possível perceber uma variedade de possibilidade de aplicações da tecnologia *blockchain* adaptada as necessidades de usuários, desenvolvedores e organizações, em relação a diferentes modelos de permissões para ler, escrever e atualizar as informações em uma plataforma *blockchain*. Com essas possibilidades é possível desenvolver diferentes plataformas baseadas na tecnologia como por exemplo: *Bitcoin, Ethereum, Quorum, Hyperledger Fabric*, entre outros.

⁴ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michel. 2017 Global Blockchain Benchmarking Study. Rochester, NY: Social Science Research Network, 2017. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3040224>> Acesso em: 08 out. 2019. p. 22.

Quadro 4 - Exemplos de aplicação de *blockchain*, além das criptomoedas.

1. BigChainDB , um sistema de código aberto que "oferece possibilidade de blocos privados ou públicos. controle descentralizado, imutabilidade e transferência de ativos digitais. (www.bigchaindb.com)	09. Namecoin : é uma tecnologia experimental de código aberto que melhora a descentralização, a segurança, a censura, a privacidade e a velocidade de certos componentes da infraestrutura da Internet, como DNS e identidades. (https://namecoin.org/)
2. Chain Core , uma plataforma centralizada, voltadas para modelo bancário atual. Para a emissão e transferência de ativos financeiros em uma infraestrutura de blocos de permissão. (https://chain.com/technology/)	10. Hyperledger Iroha : um sistema de contabilidade distribuída mais "simples" e modularizado com ênfase no desenvolvimento de aplicações móveis. (https://www.hyperledger.org)
3. Corda : uma plataforma distribuída do livro com consenso pluggable. Possibilidade de diversos tipos de consenso no mesmo ambiente. (https://www.corda.net/)	11. Hyperledger Sawtooth Lake : um conjunto de blocos modulares em que a lógica de negócios de transações é desacoplada da camada de consenso. (https://www.hyperledger.org)
4. Credits : uma estrutura de desenvolvimento para construir ledgers distribuídos autorizados. (https://credits.vision/)	12. Symbiont Assembly : um livro distribuído inspirado por Apache Kafka. Possibilita troca de ativos. (https://symbiont.io)
5. Domus Tower : projetado para ambientes regulados, com capacidade de transmissão mais de 1 milhão de transações por segundo. (http://domustower.com/)	13. Openchain : um sistema de contabilidade distribuída de código aberto para emissão e gerenciamento de ativos digitais. (www.openchain.org)
6. Elements : uma tecnologia de código aberto, de nível de protocolo, para estender a funcionalidade do Bitcoin. Proposta de blocos laterais (sidechain) ao Bitcoin. (https://elementsproject.org)	14. Stellar : uma infra-estrutura de pagamentos distribuídos de fonte aberta que fornece servidores RESTful HTTP API que se conectam ao Stellar Core, a espinha dorsal da rede Stellar. (www.stellar.org)
7. Hyperledger Burrow (antigo Eris:db) : um código aberto, tecnologia de nível de protocolo para estender a funcionalidade do Bitcoin. (www.hyperledger.org)	15. Quorum : um <i>ledger</i> distribuído de código aberto e uma plataforma de contrato inteligente baseada no Ethereum. E desenvolvida pelo banco JP Morgan. (https://www.jpmorgan.com/country/US/EN/Quorum)
8. Ethereum : uma plataforma descentralizada de cadeia de blocos, que executa contratos inteligentes e buscam outras funcionalidades. (www.ethereum.org)	16. Multichain : uma plataforma de código aberto, baseada no blockchain do bitcoin, para transações financeiras multi-ativos. (www.multichain.com)

Fonte: Lyra, J. G. M.; Meirino, M. J. (2017).

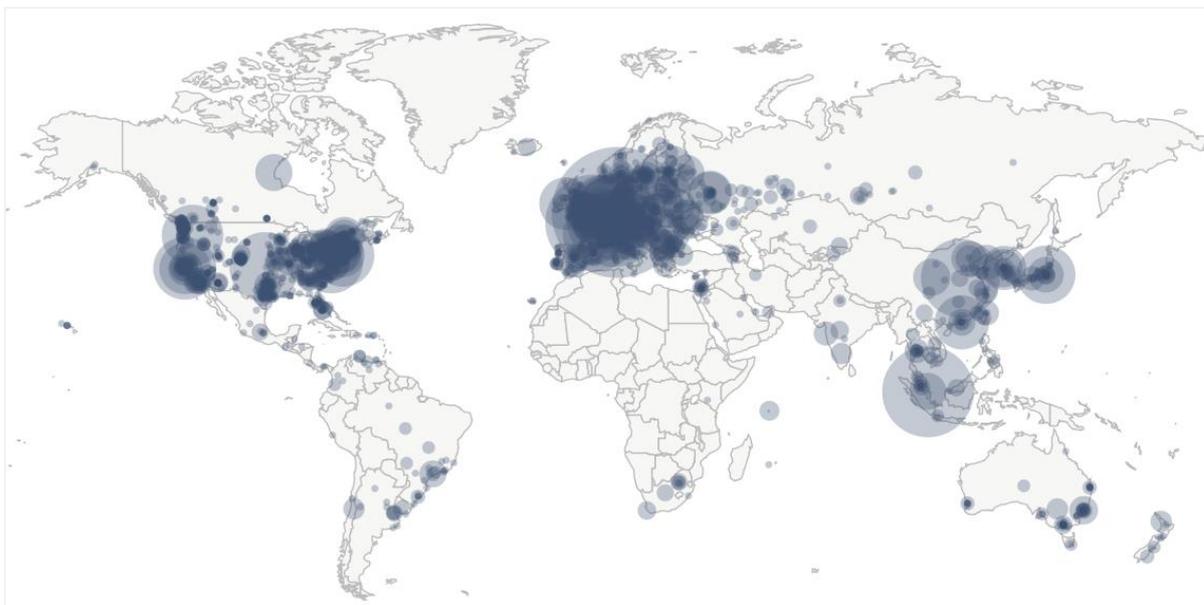
Sendo assim, a *blockchain* poderá ser usada para autenticar, autorizar e auditar os dados gerados pelos mais diversos serviços, por meio da sua característica da descentralização, que exclui a necessidade de confiança em terceiros e, de acordo com os autores, não possui um único ponto de falha (JESUS *et al.*, 2018).

2.4 Tendências do *blockchain*

Uma das aplicações do BC que se pode considerar já estabelecida, é a criptomoeda. As criptomoedas, em especial o *bitcoin*, têm despertado interesse de cidadãos de diferentes lugares ao redor do mundo, pela liberdade de transação de valores em diferentes divisas, por não sofrerem os impactos inflacionários e pela segurança no que diz respeito a fraudes (ALVES; LAIGNER; NASSER, 2018).

A figura 5 apresenta o *Global Bitcoin Nodes Distribution*, mapa de concentração de nós⁵ *bitcoin* alcançáveis encontrados em países ao redor do mundo, demonstrando a forte tendência de utilização dessa criptomoeda. (BITNODES, 2019).

Figura 5 - Mapa de concentração de nós *bitcoin* ao redor do mundo.



Fonte: Bitnodes (2019).

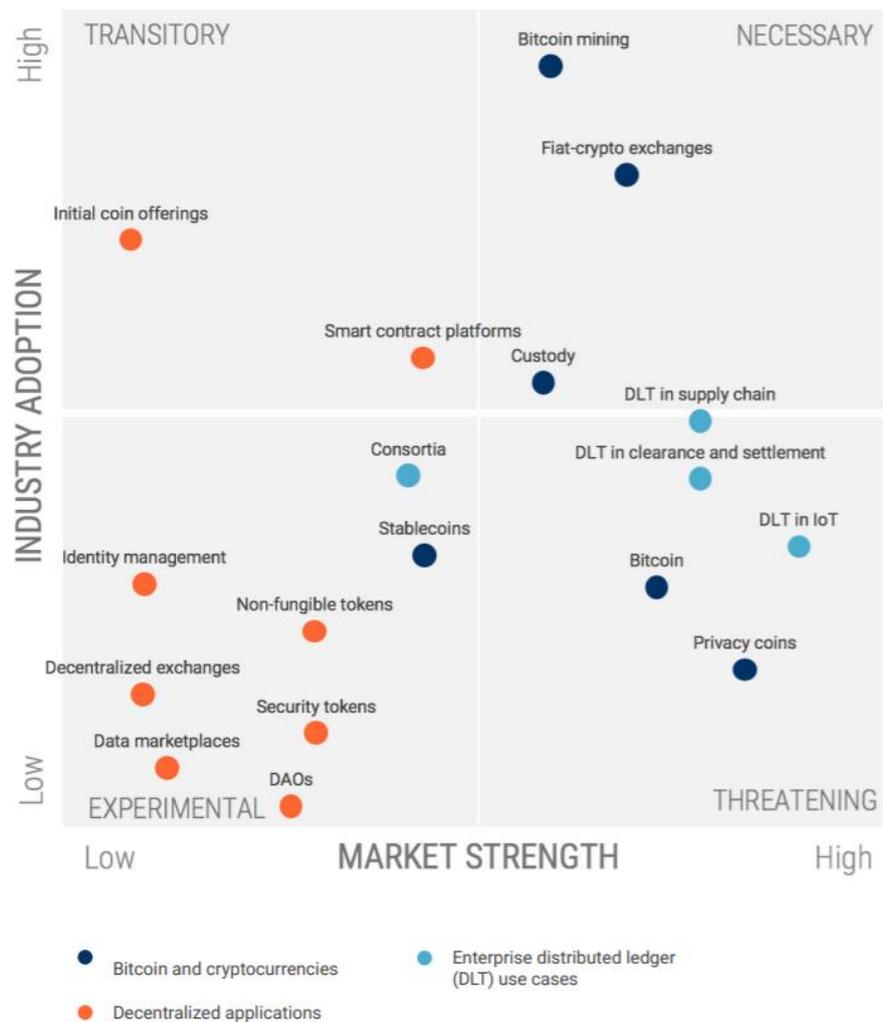
Uma pesquisa desenvolvida pela PwC (2018), com o título *Blockchain is Here. What's Your Next Move?*, realizada com 600 executivos da área tecnológica de 15 territórios, aponta que 84% das respectivas organizações possuem pelo menos um projeto relacionado com a tecnologia *blockchain*. Já a empresa de consultoria Gartner (2017) em seu *Forecast: Blockchain Business Value, Worldwide, 2017-2030*, prevê um valor comercial anual superior a US \$ 3 trilhões até o ano de 2030 gerado pela tecnologia *blockchain* (PWC, 2018; GARTNER, 2017).

A tendência para os próximos anos é que sejam apresentados resultados de empreendimentos mais maduros com a tecnologia *blockchain*, maior convergência entre *blockchain* e internet das coisas (Iot) para proteção de dados, mais oportunidade de investimentos e oferta na indústria financeira (FORBES, 2019).

A figura 6 apresenta as tendências emergentes na tecnologia *Blockchain* por meio das dimensões de estrutura de adoção industrial e força de mercado.

⁵ De acordo com Mougayar (2017) "A rede *peer-to-peer* é um conjunto de computadores conectados com nós em uma topologia em eterna expansão". O nó é um elemento básico do *blockchain*, capaz de validar transações desde o bloco gênese.

Figura 6 - Tendências emergentes na tecnologia *blockchain*.



Fonte: Cbinsights (2019).

De acordo com Cbinsights (2019) as principais tendências de *blockchain* para o ano de 2019 (Figura 6), categorizam-se como:

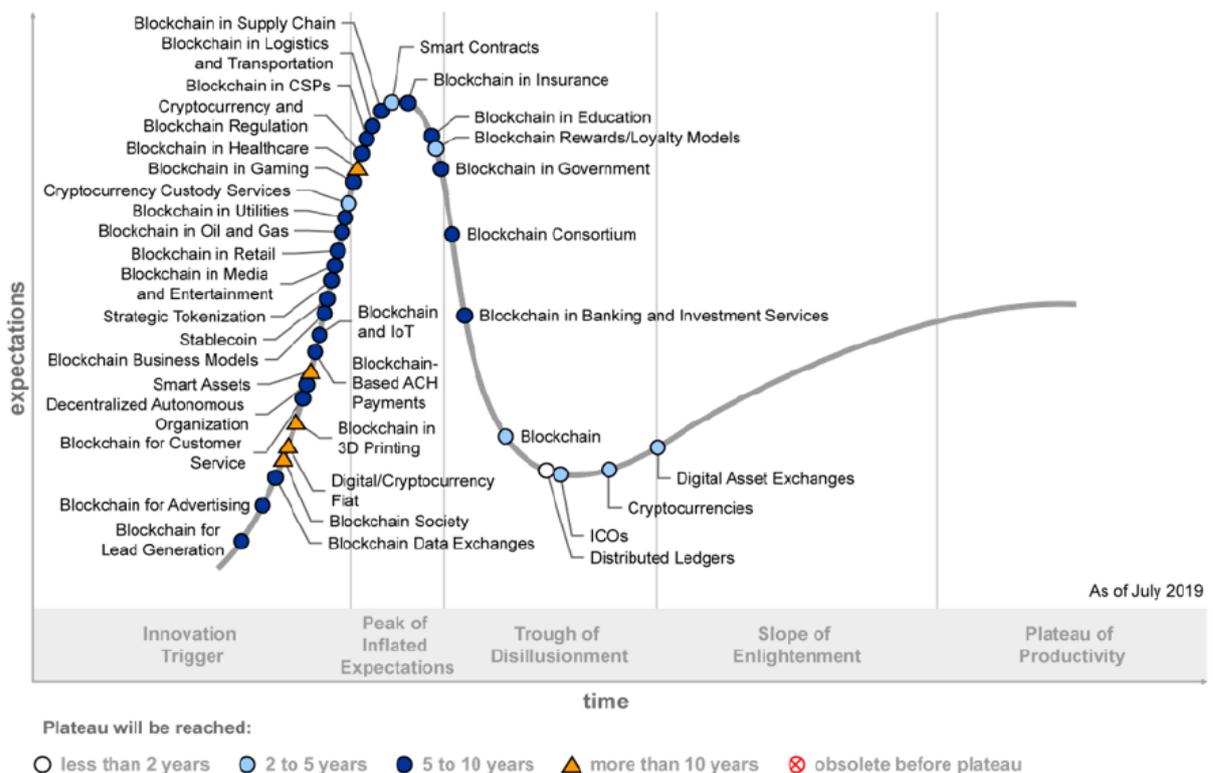
- I. **Necessário** - Tendências de uma ampla implementação e adoção, onde mercado e aplicações são entendidos de forma clara. Exemplo: *Bitcoin mining*.
- II. **Experimental** - Tendências conceituais ou em estágio inicial, com poucos produtos funcionais e que não tiveram ampla adoção, representam as tendências que estimulam um certo interesse antecipado da mídia. Pode estar na etapa de protótipo, um produto em testes, entre outros. Exemplo: *Identity management*.
- III. **Transitório** – Tendências em estágio inicial, mas ainda com certa incerteza sobre oportunidade de mercado, como utilizá-las e melhorá-las. Exemplo: *Smart contract platforms*.

IV. **Ameaçador** – Tendências com grande potencial de mercado e investimentos em potencial com chances de implementação por parte da indústria e clientes. Exemplo: *DLT (distributed ledger technology) in IoT*.

Através da metodologia desenvolvida por Gartner (2019) é possível analisar a maturidade e a adoção das tecnologias, por meio de uma representação gráfica que apresenta as tecnologias potencialmente relevantes na resolução de problemas reais de negócios e exploração de novas oportunidades.

O *Hype Cycle* de Gartner aponta cinco fases principais do ciclo de vida de uma tecnologia: *Technology Trigger* (gatilho da tecnologia), *Peak of Inflated Expectations* (pico de expectativas infladas), *Trough of Disillusionment* (vale da desilusão), *Slope of Enlightenment* (ponto de esclarecimento) e *Plateau of Productivity* (platô de produtividade). A figura 7 apresenta o *Hype cycle* de negócios com *blockchain* em 2019, classificando diversas inovações referentes a tecnologia dentro de cada fase do ciclo de vida, com destaque para inovações *Blockchain, Distributed Ledgers, ICO's, Cryptocurrencies* e *Digital Asset Exchanges*, por estarem posicionados mais próximos a fase *Plateau of Productivity* (platô de produtividade).

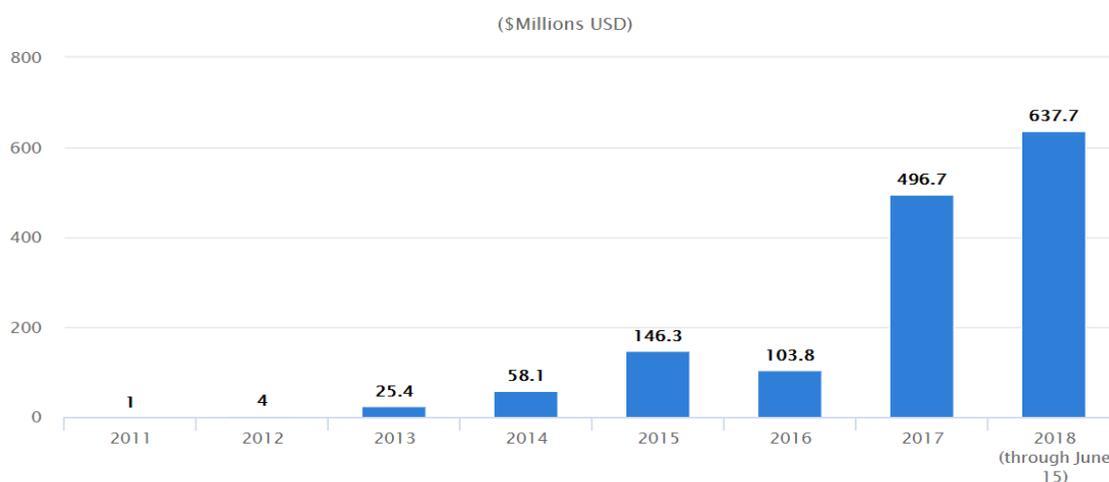
Figura 7 - *Hype cycle* de negócios com *blockchain* em 2019.



Fonte: Gartner (2019).

No que se refere a perspectiva econômica por meio de investimentos, um estudo realizado pela *Crypto Fund Research* (2018) analisou mais de 3.000 investimentos de risco em empresas de *blockchain*. Os dados foram filtrados entre 127 empresas de capital de risco que fizeram três ou mais investimentos em empresas *blockchain* desde 2011. Esse estudo constatou que coletivamente, as empresas de capital de risco investiram quase meio bilhão de dólares em 2017 e esse valor poderia triplicar para quase US\$ 1,5 bilhão em 2018 (Figura 8).

Figura 8 - Total de investimentos em *blockchain* por ano – Top 50 empresas de capital de risco.



Fonte: Crypto Fund Research (2018).

Mougayar (2017) considera a *blockchain* uma metatecnologia, por ser composta por várias tecnologias e afetar o desenvolvimento de tantas outras. Entretanto, apesar da *blockchain* enfrentar desafios técnicos fundamentais que impossibilita a operação em larga escala, as companhias de capital de risco vêm financiando novos sistemas de *blockchain* (CIO, 2019).

Em dezembro de 2018, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) realizou o fórum BlockchainGov no intuito de apresentar casos de provas de conceito e projetos do cenário nacional, além de abrir uma mesa para debater a regulação de *blockchain* no Brasil. A instituição demonstra o interesse em melhorar a eficiência e a eficácia dos recursos aplicados e maior transparência e acompanhamento e fiscalização dos cidadãos através dessa tecnologia (BNDES, 2018).

Percebe-se, a partir do exposto, que há uma grande variedade de aplicações da tecnologia em pauta, sendo considerada por um autor como uma metatecnologia, e ocorrendo um grande interesse pelo mercado, com grandes investimentos, para a consolidação da sua utilização, sendo a mais conhecida a de criptomoedas.

Em outra área, a de propriedade intelectual, Clark (2018) enuncia que o potencial para usar a tecnologia *blockchain* para o gerenciamento de direitos de propriedade intelectual é vasto. A gravação de direitos de PI em um livro distribuído, em vez de um banco de dados tradicional, pode transformá-los em *smart IP rights* (direitos de Propriedade Intelectual inteligentes).

Diante do exposto nesse capítulo, é possível compreender o histórico da tecnologia *blockchain* e sua conjuntura de surgimento, seus aspectos, características e princípios fundamentais, vantagens e desvantagens, setores de negócios e principais tendências em relação a volume de transações, adoção industrial e força de mercado e fases do ciclo de vida da tecnologia.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo descreve a caracterização da pesquisa em relação a metodologia adotada, seu contexto de pesquisa e todos os procedimentos metodológicos realizados nesse trabalho.

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa realizada nesse trabalho classifica-se como do tipo quantitativa, tendo sua natureza a pesquisa aplicada, tendo a tecnologia *blockchain* como tema central de estudo, com a função de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a soluções de problemas através da apresentação das características, funcionalidades e possíveis aplicações da tecnologia em tela (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Em relação aos objetivos da pesquisa, caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, cuja finalidade é proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, no caso da tecnologia *blockchain*, e demonstrar todo seu arcabouço de invenções e as possibilidades de aplicação (GIL,2007).

No que diz respeito ao método, enquadra-se em uma pesquisa documental. A busca de publicações científicas foi realizada por meio da base de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares nas áreas de tecnologia, ciência, medicina, ciências sociais, artes, humanidades, dentre outros. A pesquisa patentária utilizou de sistema de inteligência para resgatar e analisar informações de publicações de patentes de mais de 90 países, com recursos avançados de visualização, exportação e análises de grandes conjuntos de informações.

3.2 Contexto da Pesquisa

A tecnologia *blockchain* está inserida em um contexto de muitas expectativas, com a construção de novas soluções. Os desenvolvedores, empresas e entidades governamentais estão atentos às possibilidades de aplicação da tecnologia *blockchain*.

Sendo assim, a pesquisa aborda a *blockchain* dentro de um contexto mercadológico, voltado à pesquisa e ao desenvolvimento, apresentando toda a diversidade de inovações, bem como o contexto de inteligência competitiva, analisando os principais *players* de mercado e seus portfólios de famílias de patentes.

3.3 Procedimentos Metodológicos

No intuito de realizar uma revisão de literatura e estudos bibliométricos sobre a tecnologia *blockchain*, foi consultada a base de dados científicos Scopus, sendo utilizado o campo de busca *Search* para documentos, ajustada em *Article title, Abstract, Keywords* e utilizando o filtro *Limit* entre as datas de 2008 a 2018. Para análise de resultados de busca em Scopus também foi utilizado a função *analyze research results*, sendo possível fazer a modelagem, geração gráfica e extração de dados das publicações científicas, e através do software *VOSviewer* foi realizada a construção de rede de citações dos artigos extraídos dessa base.

Já a busca de patentes foi realizada utilizando-se a ferramenta de busca Questel-Orbit®, um sistema de busca, seleção, análise e exportação de informações contidas em patentes. O MS Excel foi utilizado para quantificação e modelagem gráfica de diversas figuras ao longo desse trabalho, a partir de dados extraídos de Scopus e Questel-Orbit®.

As buscas de documentos científicos e de patentes nas referidas bases foram realizadas no mês de maio de 2019, com abrangência temporal do ano de 2008 a 2018, intervalo temporal que marca os 10 anos da invenção da tecnologia *blockchain* por Nakamoto (2008). O procedimento de busca foi realizado utilizando-se palavras-chaves que representam características fundamentais e essenciais da tecnologia (Quadro 5), juntamente com operador booleano OR, formando o *string* de busca para base científica e patentária.

O *string* de busca utilizado na pesquisa de documentos científicos na base Scopus foi (blockchain OR “decentralized technology” OR “distributed ledger”) e, por motivos de funcionalidade ferramental, o mesmo foi adaptado para blockchain OR (decentralized technology) OR (distributed ledger) para a busca de patentes no Questel-Orbit®.

Para as buscas no Questel-Orbit® foi utilizada a opção *Advanced search*; o referido *string* de busca foi inserido no campo *Keywords* selecionado na opção “*Title, Abstract, Concepts.*” Para ajustar o período de busca foi utilizada a opção “*Numbers, dates & country*” ajustando apenas a data para o intervalo entre 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2018. Por fim, para resgatar as famílias de patentes que apresentam os termos de busca em seu quadro reivindicatório foi utilizado a função “*Claims*” no campo *Keywords* no Questel-Orbit® para essa busca.

Quadro 5 - Palavras-chave e informações das bases utilizadas para a pesquisa de documentos científicos e de patentes.

(blockchain OR "decentralized technology" OR "distributed ledger")	blockchain OR (decentralized technology) OR (distributed ledger)
Scopus	<i>Questel-Orbit®</i>
Scopus é a maior base de dados de citações e resumo de literatura revisada por pares: revistas científicas, livros e conferências. 64 milhões de registros. 21.548 títulos. 5.000 editores.	Cobertura de publicações de 87 escritórios nacionais e 6 escritórios regionais (EPO, WIPO, OAPI, ARIPO, EAPO e CGC). Textos integrais e reivindicações, pesquisáveis para publicações AR, AT, BE, BR, CA, CH, CL, CN, DE, DK, EP, ES, FI, FR, GB, IN, JP, MX, RU, SE, US, WO.

Fonte: Autor, com informações adaptadas de Scopus e *Questel-Orbit®* (2019).

Desse modo, por meio da metodologia descrita, foram analisados os documentos científicos (produção bibliométrica) e famílias de patentes (produção patentométrica), de maneira quantitativa, resultando na apresentação de resultados da busca de documentos científicos e patentes, panorama da produção científica e tecnológica no mundo, principais autores e inventores, principais instituições científicas e empresas depositantes, documentos por área e família de patentes por código IPC, família de patentes por domínio de tecnologia, proteção da tecnologia *blockchain* no Brasil e considerações finais desse trabalho.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo é destinado a apresentação os resultados conquistados nesse trabalho. São apresentados os resultados científicos por meio das buscas em bases científicas, e os resultados tecnológicos mediante as buscas em sistema de inteligência de famílias de patentes.

4.1 Análise da busca de documentos e patentes

A investigação de artigos científicos e patentes a partir dos *strings* de busca formulados por palavras-chaves características da tecnologia *blockchain* teve como resultados na base científica Scopus um total de 3.499 documentos, compreendendo 931 artigos científicos. Já a busca por documentos de patentes utilizando o sistema *Questel-Orbit*® resultou em um quantitativo de 4.897 famílias de patentes (Quadro 6).

Quadro 6 - Quadro de resultados de busca de documentos/artigos científicos e patentes nas suas respectivas bases.

(blockchain OR "decentralized technology" OR "distributed ledger")	blockchain OR (decentralized technology) OR (distributed ledger)
Scopus	<i>Questel-Orbit</i> ®
Documentos encontrados: 3.499 Artigos científicos: 931	Patentes: 4.897

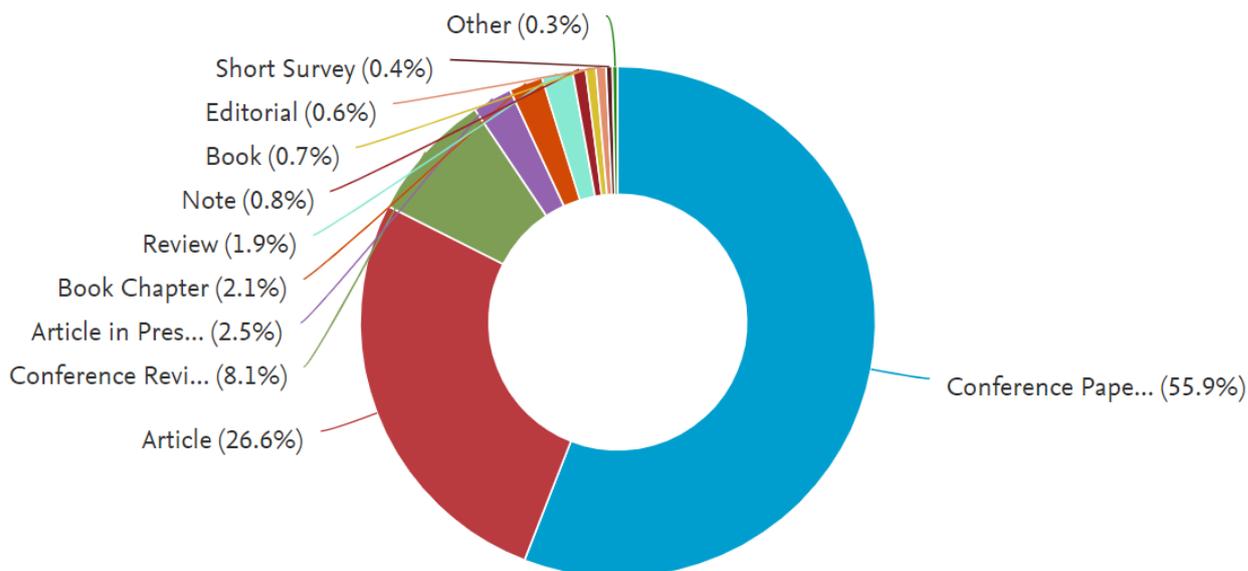
Fonte: Autoria própria (2019).

Ao analisar o status legal dos documentos de patentes obtidos na busca é possível perceber que 82,3% estão com o status de solicitadas, demonstrando que as inovações relacionadas a *blockchain* tem despertado o interesse recente dos inventores e empresas depositantes. Apenas 14,7% das patentes foram concedidas e 2,9% expiraram. O número de famílias de patentes que apresentaram os termos de busca em seu quadro reivindicatório soma o total de 2572 documentos tecnológicos.

Entre os 3.499 documentos científicos encontrados (Figura 9), percebe-se um percentual de: 55,9% de artigos apresentados em conferências; 26,6% de artigos científicos; e 17,4% do quantitativo distribuído entre diversas modalidades de documentos científicos, como resumos, editoriais, capítulos de livro etc. Isto pode levar a inferir que os debates sobre a tecnologia *blockchain* se encontram em pleno desenvolvimento e em discussão pela comunidade científica. De acordo com Momo e Behr (2019) é possível perceber uma variedade de

alternativas de uso da *blockchain* e diversas áreas do conhecimento estudando essa tecnologia além da abordagem técnica da estruturação da *blockchain*.

Figura 9 - Distribuição percentual da classificação de documentos resultantes da busca na base Scopus.

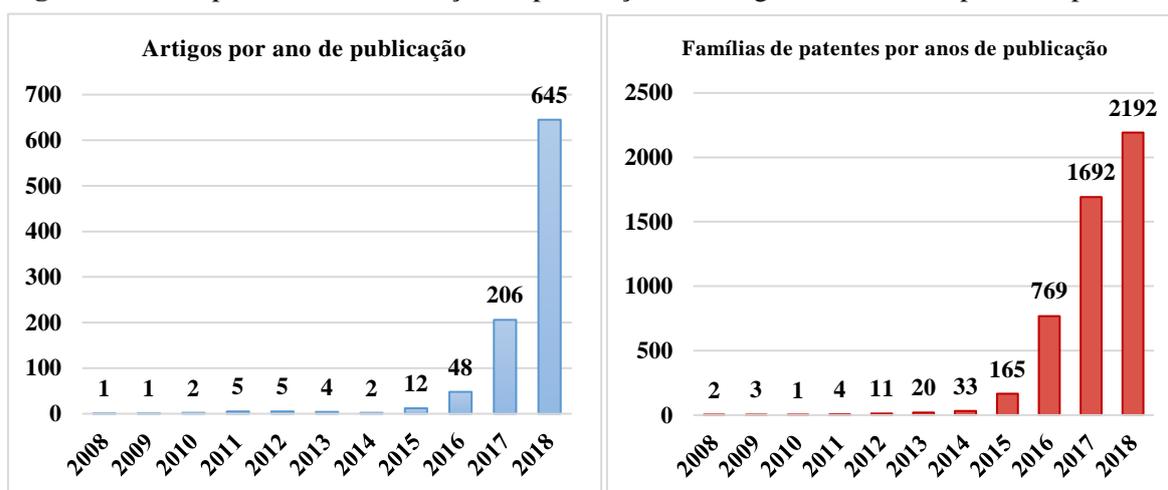


Fonte: Autor, a partir da base Scopus (2019).

Pode se deduzir que há falta de aprofundamento do tema a partir da produção acadêmica, percebida mediante ao pequeno número de produção de artigos científicos, 931 publicações, em relação ao total de documentos, já que o intuito dos artigos científicos é apresentar discussões de forma sistematizada e lógica, dedutivamente ou indutivamente, a partir de um marco teórico (SECAF, 2000), representando um instrumento de extrema importância para a ciência. Ademais, os artigos considerados para esse trabalho são os revisados por pares. De acordo com Jenal *et al.* (2012), a revisão por pares, também conhecida como sistema de arbitragem, trata de uma avaliação crítica de escritos de pesquisas realizada por especialistas na área em questão e que não fazem parte do estudo. É um método relevante para o processo da ciência, uma vez que permite a melhora da qualidade do material produzido e confere maior credibilidade do conteúdo a ser publicado.

A partir dos dados apresentados na figura 10, é possível observar que o número de depósitos de patentes⁶ apresenta-se crescente, com intensidade a partir do ano de 2015, semelhante ao que ocorreu com a produção científica. O ano de 2017 apresentou 206 artigos publicados e 1692 documentos de patente. O crescimento do número de artigos científicos e famílias de patentes inicia-se a partir do ano de 2015 e tem seu ápice no ano de 2018, sendo 645 o número de artigos publicados e 2.192 os documentos de patentes depositadas para o referido ano. Esse fenômeno de ascensão de produção de conhecimento e do desenvolvimento de produtos relacionados à tecnologia *blockchain* pode ser explicado pelo grande resultado mercadológico atingido pela criptomoeda *bitcoin*, que teve um aumento de 160% em seu preço e ultrapassou a casa dos US\$ 11.000,00 em 2017, nas principais bolsas e índices de moeda digital (THE ECONOMIST, 2017). Esse resultado representativo de um produto genuinamente desenvolvido pela tecnologia *blockchain* desperta a atenção tanto da comunidade acadêmica quanto dos desenvolvedores tecnológicos.

Figura 10 - Comparativo de distribuição de publicações de artigos e famílias de patentes, por ano.



Fonte: Autoria própria (2019).

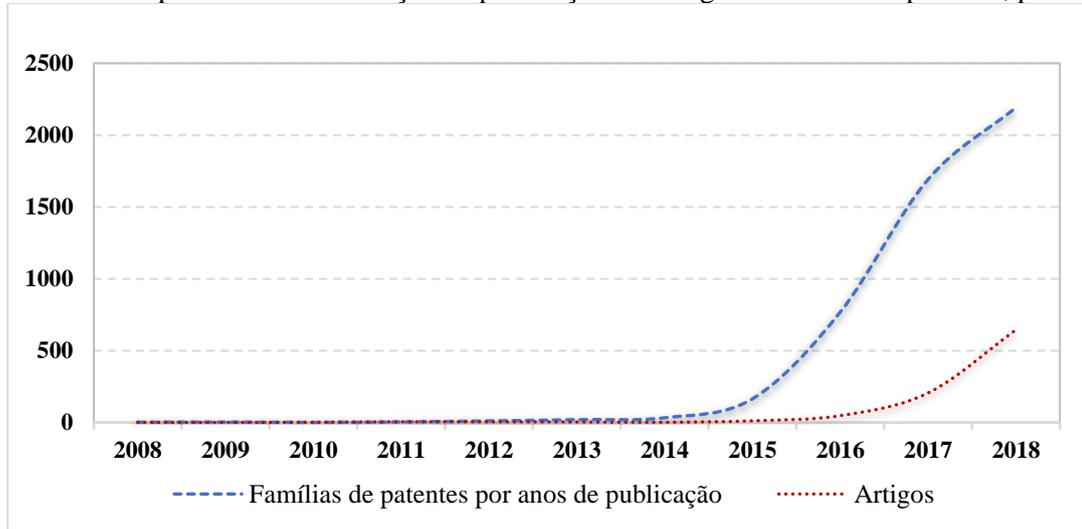
Comparando os resultados quantitativos de publicação de artigos científicos e famílias de patentes sobre a tecnologia *blockchain* (Figura 11), pode-se visualizar uma grande disparidade entre eles no mesmo período, pois o número de famílias de patentes publicadas se sobressai fortemente, comparado ao da produção de artigos entre os anos de 2015 a 2018.

Para Campos (2006), a análise do desenvolvimento da inovação é vista sob duas perspectivas distintas: a primeira considera o conhecimento científico (*technology-push*), e a segunda gera a hipótese de demanda de mercado (*market-pull*). Nesse caso, pode-se perceber

⁶ É possível que no recorte temporal das buscas patentárias houvesse famílias de patentes em período de sigilo, o que elevaria o número total de famílias de patentes depositadas.

concretamente que a tecnologia *blockchain* vem sendo puxada pela demanda de mercado, o que obviamente explica o grande e crescente depósito de patentes a partir dessa tecnologia.

Figura 11 - Comparativo de distribuição de publicações de artigos e famílias de patentes, por ano.

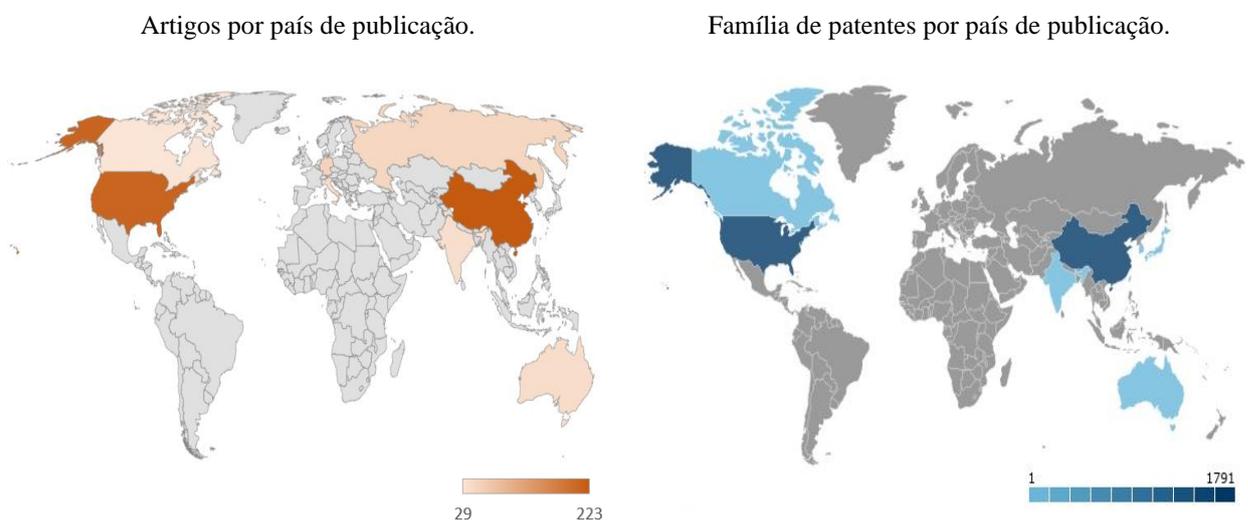


Fonte: Autoria própria (2019).

4.2 Panorama da produção científica e tecnológica no mundo

Pode-se observar que os países que se destacam em depósito de patentes também produzem o maior número de artigos científicos, considerando suas devidas proporções (Figura 12). Destacam-se a forte participação de desenvolvimento da tecnologia por meio dos depósitos de patentes: Estados Unidos da América, China, Coreia do Sul, Canadá, Japão, Austrália, Índia e Taiwan. Há uma forte adesão da prática de PCT – Tratado de cooperação de patentes, que auxilia a proteção internacional de patentes (WIPO, 2017), demonstrando a preocupação dos depositantes em proteger seus inventos em diversos mercados.

Figura 12 - Análise dos principais países por publicação de artigos e família de patentes.

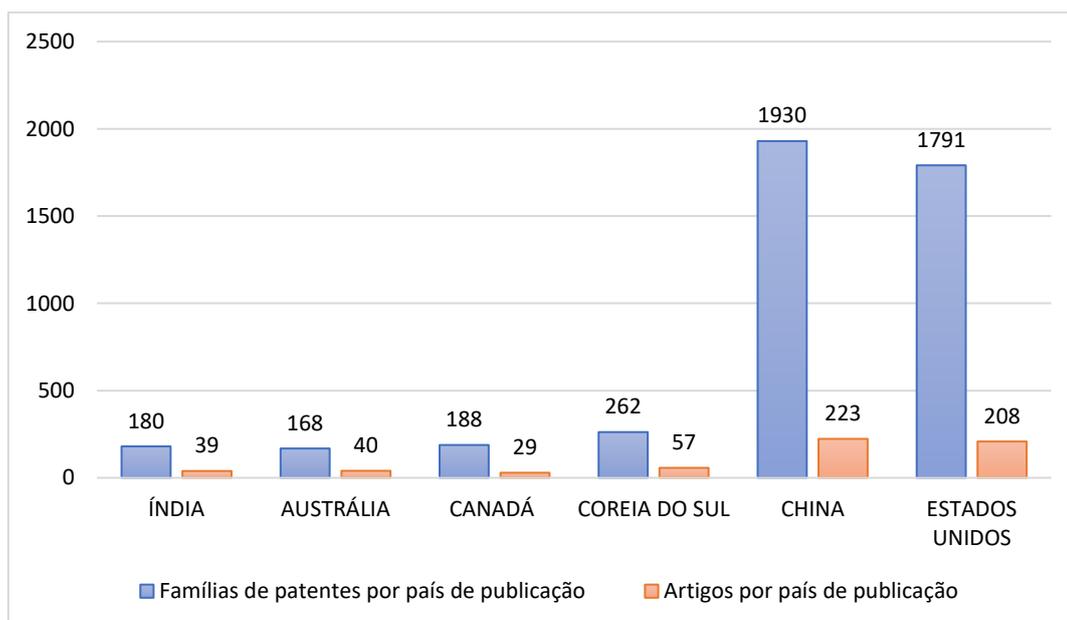


Fonte: Autor, a partir das bases Scopus e *Questel-Orbit*® (2019).

A participação do Brasil na produção dos documentos analisados, artigos e patentes, ainda é ínfima, se comparada a dos países líderes. Nos Estados Unidos e na China, países líderes em depósitos de patentes e em produção de artigos científicos, a disparidade comparativa entre artigos e patentes é elevada. Os Estados Unidos apresentaram um total de 1791 depósitos de famílias de patentes e apenas 208 artigos científicos, já a China apresentou um total de 1930 patentes e apenas 223 artigos científicos.

A Figura 13 compara os depósitos de patentes e artigos nos seis principais países de depósito de patentes entre os anos de 2008 a 2018.

Figura 13 - Comparativo quantitativo dos principais países em relação à produção de artigos versus patentes.



Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

4.3 Análise dos principais autores e inventores

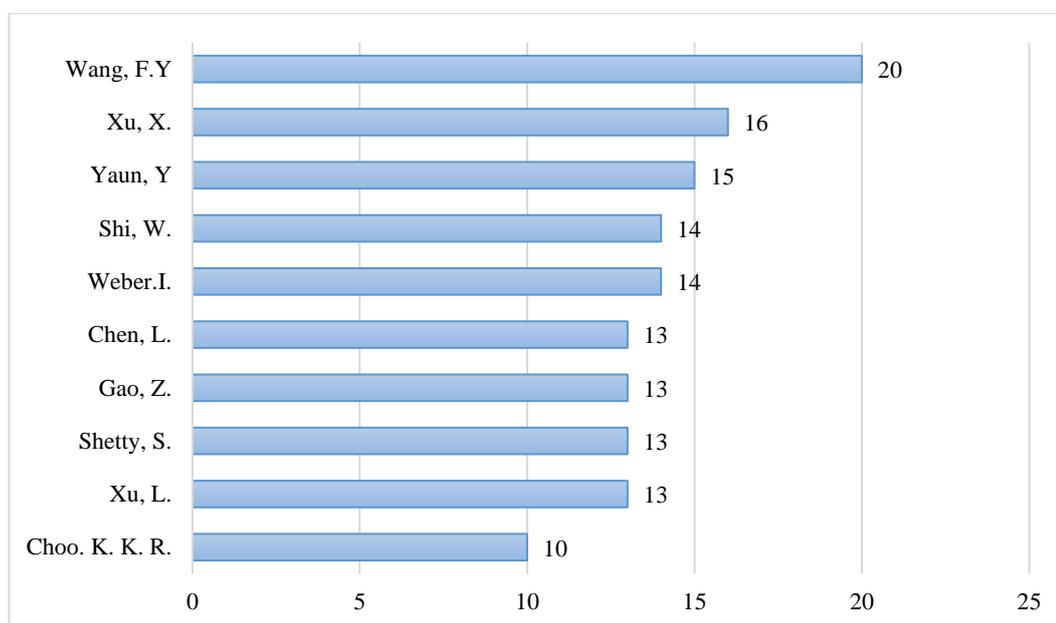
A fim de detectar os principais autores e inventores de tecnologias desenvolvidas a partir da tecnologia *blockchain*, foram obtidos os nomes de maior produção científica e de patentes. É possível perceber uma certa dicotomia entre os autores de documentos científicos e inventores, ou seja, os indivíduos que publicam documentos científicos não utilizam seus trabalhos para desenvolver e depositar patentes relacionadas à tecnologia em questão. Na outra

ponta, os inventores também não contribuem expressivamente no cenário científico, expondo o maior interesse em atender às demandas mercadológicas.

Destaca-se como principal autor Feiyue Wang, afiliado à *University of Chinese Academy of Sciences*, localizada em Beijing, China, tendo publicado 08 artigos de congresso e 09 artigos científicos, 02 revisões e 01 editorial, perfazendo um total de 20 produções científicas.

A figura 14 apresenta o ranking de principais autores de documentos científicos relacionados a tecnologia *blockchain*.

Figura 14 - Principais Autores de documentos científicos.



Fonte: Autor, a partir das bases Scopus (2019).

Em seguida, procurou-se por patentes depositadas por esses autores. E em relação a produção tecnológica dos principais pesquisadores, foi possível localizar apenas um depósito de patente, no período entre os anos de 2008 e 2018 dos autores Xu Xiwei e Weber Ingo, respectivamente, o segundo e quinto colocados em número de artigos, e que são inventores da patente intitulada *Business process execution on a blockchain platform*, sob o número PCT WO2017/161417 A1.

A produção de artigos científicos do pesquisador Feiyue Wang, apresentando o ano de publicação, título dos artigos, revista científica e número de citações pode ser visualizado no quadro 7.

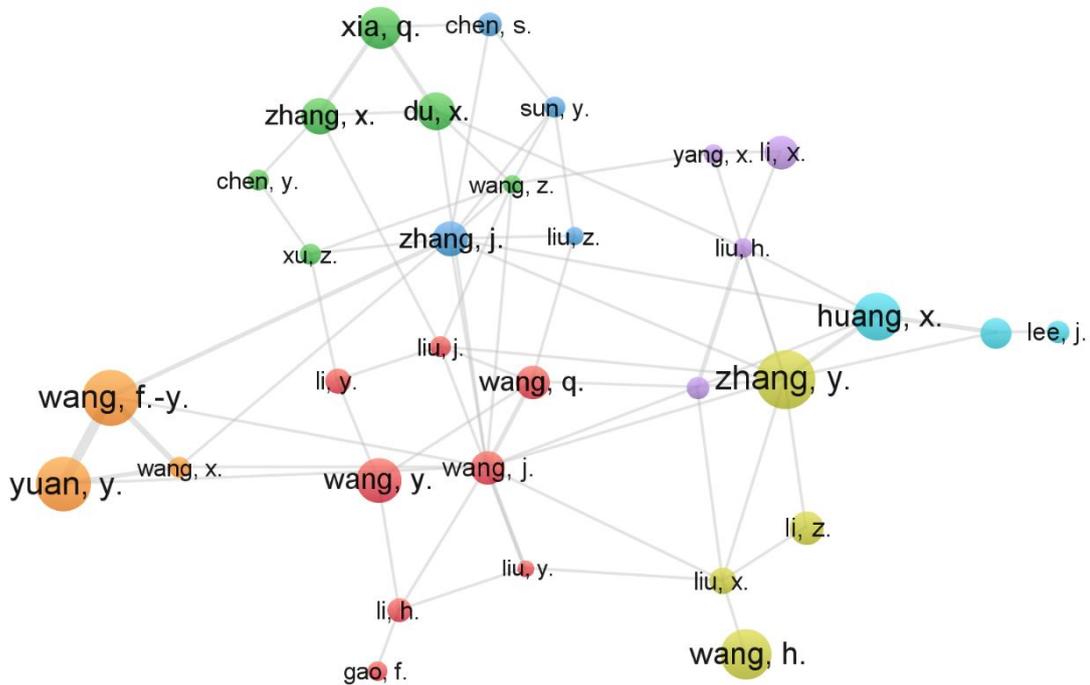
Quadro 7 - Artigos publicados pelo pesquisador Feiyue Wang, segundo a base Scopus.

Ano de publicação	Título do artigo	Revista científica	Número de citações
2018	<i>Blockchain-Powered Parallel Healthcare Systems Based on the ACP Approach.</i>	IEEE	2
2018	<i>Blockchain and Cryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications.</i>	IEEE	9
2018	<i>Research on the selection strategies of blockchain mining pools.</i>	IEEE	2
2018	<i>Industrial Internet of Minds: Concept, Technology and Application.</i>	Zidonghua Xuebao	1
2018	<i>Cyber-physical-social systems: The state of the art and perspectives.</i>	IEEE	3
2018	<i>Nuclear Energy 5.0: New Formation and System Architecture of Nuclear Power Industry in the New IT Era.</i>	Zidonghua Xuebao	4
2017	<i>Parallel Blockchain: Concept, Methods and Issues.</i>	Zidonghua Xuebao	23
2017	<i>Blockchain Technology: From Data Intelligence to Knowledge Automation.</i>	Zidonghua Xuebao	16
2017	<i>Blockchain: The state of the art and future trends.</i>	Zidonghua Xuebao	149

Fonte: Autoria própria (2019).

Aprofundando os estudos bibliométricos dos 931 artigos científicos encontrados na base Scopus, utilizando o software *VOSviewer*, ajustado ao mínimo de 5 publicações de um autor, foi possível identificar uma rede de citações contendo 32 autores, distribuídos em 7 *clusters* e 69 *links* de citações, conforme figura 15. O intuito da análise das citações é perceber a ligação entre as diversas influências intelectuais que inspiram um pesquisador ou uma área específica do conhecimento (CALDAS; TINOCO, 2011).

Figura 14 - Rede de citações com 32 autores de artigos científicos.

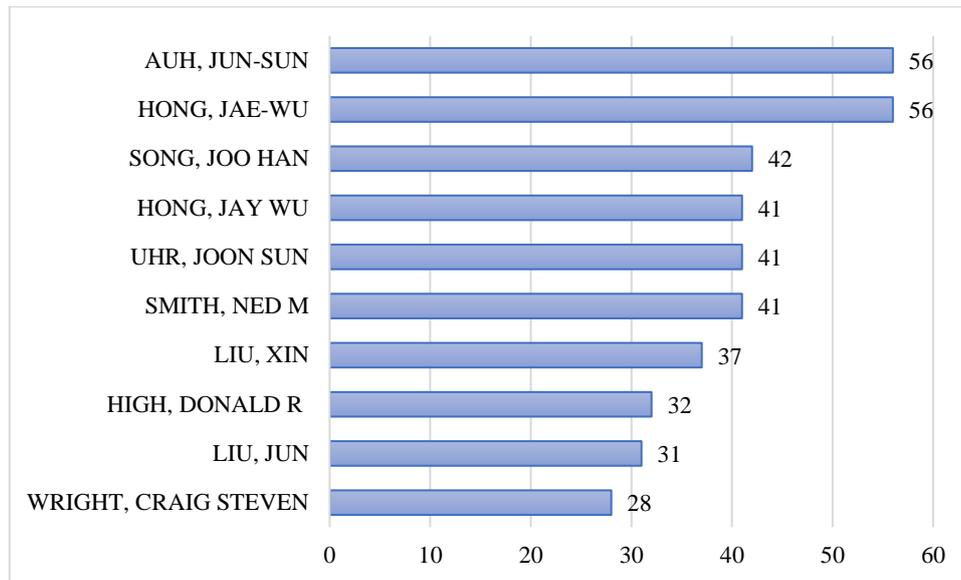


Fonte: Autor, a partir do software *VOSviewer* e Scopus (2019).

Em relação aos depósitos de patentes, tem-se como principais inventores (figura 16): Jun-Sun Auh, Jae-Wu, Joo Han Song, Jay Wu Hong e Joon Sun Uhr; todos desenvolveram suas invenções pela companhia Coinplug, Inc., empresa Sul Coreana especialista em desenvolvimento de soluções a partir da tecnologia *blockchain*, tendo como seu *Chief Technology Officer*, o inventor Jay Wu Hong, executivo responsável pela visão estratégica, planejamento e execução das demandas tecnológicas.

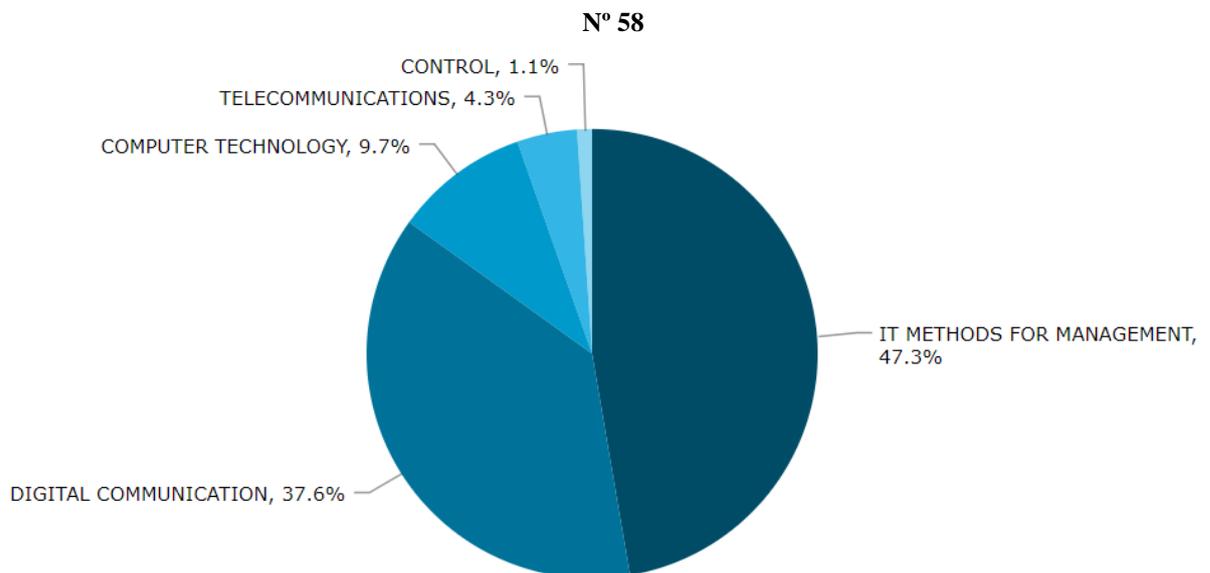
Dentre o rol de principais inventores encontra-se o inventor Craig Steven Wright, cientista da computação australiano, com 28 famílias de patentes depositadas pelas organizações *Nchain Holdings Limited* e *Eitc Holdings*. Em 2016, Wright divulgou a diversos órgãos de imprensa que era o verdadeiro criador do *bitcoin*, o qual usava o pseudônimo de “Satoshi Nakamoto”, alegando que possuía provas. No entanto, ainda em 2016 esse inventor desiste de comprovar tais alegações deixando em aberto a autoria da primeira criptomoeda ou moeda virtual (ROCHA, 2018).

Figura 15 - Principais inventores da tecnologia *blockchain*.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 16 - Distribuição percentual das tecnologias dominantes dos inventores Jun-Sun Auh, Jae-Wu, Joo Han Song, Jay Wu Hong e Joon Sun Uhr.



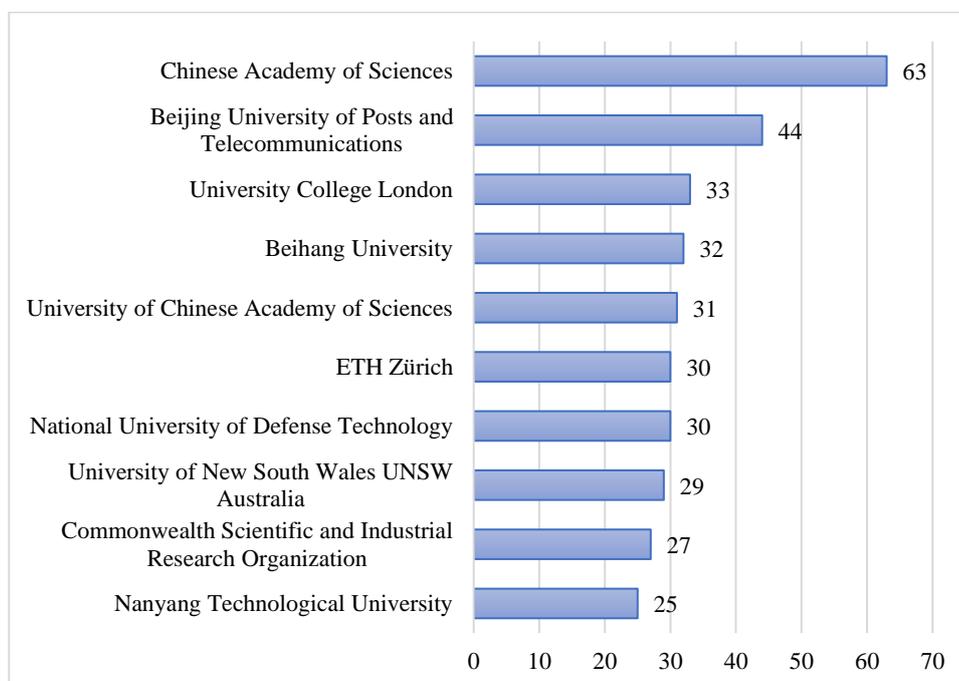
Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit®* (2019).

Esses inventores são parceiros em invenções com predominância de tecnologia em: Métodos de gestão com 47,3% das invenções, comunicação digital com 37,6% das invenções, tecnologia computacional com 9,7% das invenções, telecomunicações com 4,3% das invenções e Controle com 1,1% das invenções (figura 17).

4.4 Principais instituições científicas e empresas depositantes

Ao fazer um paralelo entre as principais instituições científicas ranqueadas por meio de seus respectivos quantitativos de publicações (Figura 18) e as principais empresas depositantes (Figura 20) é possível identificar que o desenvolvimento da tecnologia desponta a partir das demandas de mercado, caracterizando uma verdadeira corrida empresarial para a proteção da propriedade intelectual, visando a geração de inovação utilizando a tecnologia *blockchain*. Esse fenômeno fica visível pelo grande quantitativo de depósitos de patentes por empresas de alto renome e pela ausência de instituições científicas no rol de depositantes.

Figura 17 - Principais instituições científicas referente a publicações acadêmicas.



Fonte: Autoria própria (2019).

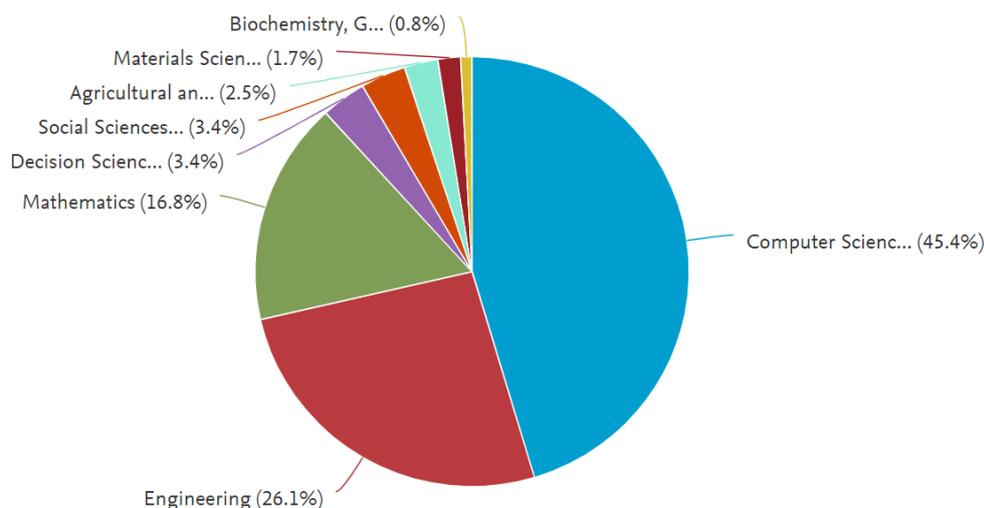
Dentro das instituições científicas sobressai-se a *Chinese Academy of Sciences*, sediada em Pequim, China, tendo a sua produção sobre a temática do *blockchain* composta por 34 artigos de congressos, 21 artigos de periódicos, 03 artigos aceitos e ainda não publicados (*in press*) e 05 resumos, totalizando 63 documentos (Figura 19).

Em relação a produção tecnológica da *Chinese Academy of Sciences* foi possível localizar entre o período dos anos de 2008 a 2018 o depósito das seguintes patentes: *Blockchain-based electronic evidence storing method and system and blockchain-based electronic evidence verifying method and system* - CN108717431 A; *Cluster audit control*

method based on blockchain technology - CN108900505 A e Consensus method and apparatus for blockchain system based on consultation-free random draw - CN108269090 A. Sendo assim, é perceptível a disparidade entre a produção científica e tecnológica da principal afiliação acadêmica, sendo 63 documentos científicos para apenas 03 famílias de patentes.

Entre as demais instituições científicas em destaque foram detectados os seguintes resultados tecnológicos: *Beijing University of Posts and Telecommunications* apresentou 03 famílias de patentes, *Beihang University* apresentou 08 famílias de patentes, *University of Electronic Science and Technology of China* apresentou 10 famílias de patentes, *National University of Defense Technology* apresentou 01 família de patente, *ETH Zürich* apresentou família de 01 patente, *Commonwealth Scientific and Industrial Research* apresentou 01 família de patente. Desse modo fica explícito a baixa produção tecnológica por parte das principais instituições científicas relacionadas à tecnologia *blockchain*.

Figura 18 - Distribuição percentual da classificação de documentos publicados pela *Chinese Academy of Sciences*.



Fonte: Autor, a partir da base Scopus (2019).

Entre as maiores empresas depositantes de patentes vale ressaltar a presença de grandes *players* de mercado, atuantes em diversos segmentos, destacando-se três segmentos predominantes: o de tecnologia da informação, o de serviços financeiros e o varejista. Esta distribuição de segmentos empresariais demonstra a capilaridade de aplicação da tecnologia *blockchain*.

A figura 20 apresenta o número de família de patentes depositadas pelas empresas, sendo representadas por suas respectivas marcas.

Figura 19 - Número de famílias de patentes por empresas depositantes.

183 	107 	85 	74 	52 
51 	50 	49 	45 	44 

Fonte: Autoria própria (2019).

Destaca-se como líder mundial de depósito de patentes oriundas da tecnologia *blockchain* a empresa norte americana IBM - *International Business Machines*, com 183 famílias de patentes depositadas, sendo 31 famílias de patentes concedidas. Atualmente a empresa possui um programa de pesquisa denominado *IBM Research*, com mais de 3.000 pesquisadores em 12 laboratórios localizados em seis continentes, sendo um dos maiores e mais influentes laboratórios corporativos de pesquisa do mundo.

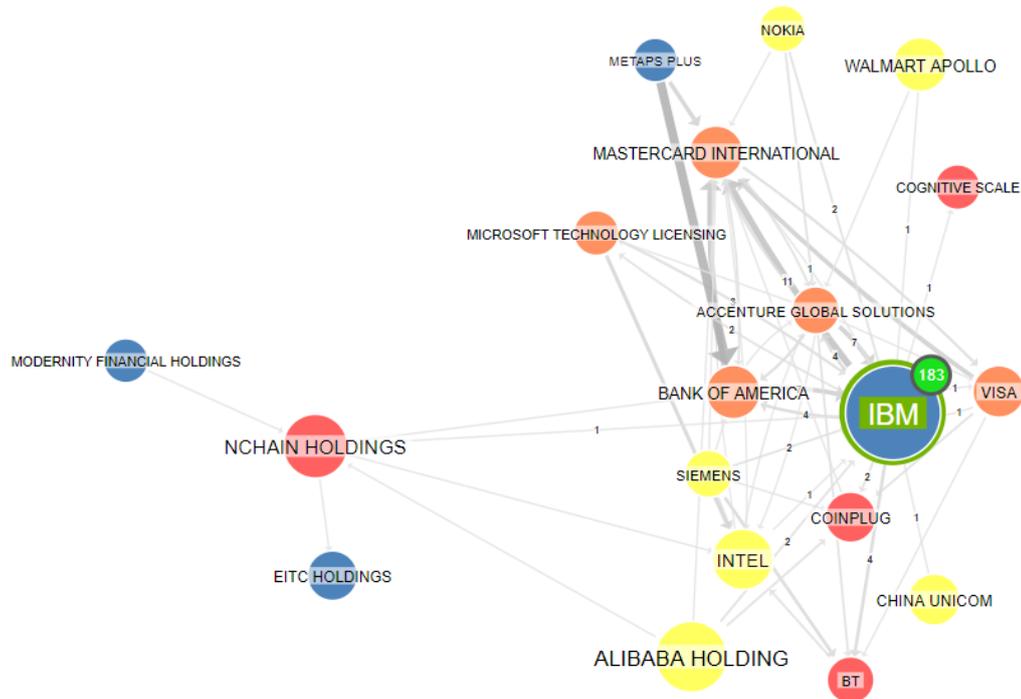
Observando o status legal das famílias de patentes das principais empresa é possível detectar que a *Alibaba Holding* apresenta 02 famílias de patentes concedidas, *Nchain Holding* apresenta 04 famílias de patentes concedidas e 01 famílias de patente expirada, *Intel* apresenta 12 famílias de patentes concedidas, *Walmart Apollo* 04 famílias de patentes concedidas, *Bank of America* apresenta 16 famílias de patentes concedidas, *Mastercard International* apresenta 13 famílias de patentes concedidas, *America Express* apresenta 04 famílias de patentes concedidas, *Visa* apresenta 02 famílias de patentes concedidas e *China Unicom* não apresentou família de patente concedida ou expirada.

De acordo com Teh, Kayo e Kimura (2008), o mercado financeiro em geral valoriza a patente como ativo de inovação, embora a variável de quantidade de patentes possua fraca correlação com o valor de mercado e a variável citações de patentes possua relação muito mais forte.

A figura 21 ilustra a rede de citações de patentes da IBM entre as demais empresas depositantes. Utilizando da opção “*Players dependency by citations*” do *Questel-Orbit®* é possível selecionar o portfólio da empresa IBM e visualizar suas interações com demais

empresas por meio da criação de rede de citações de patentes. Ao analisar rede de citações de patentes da IBM é possível perceber que a empresa é pioneira no desenvolvimento de invenções da tecnologia *blockchain*.

Figura 20 - Rede de citações das famílias de patentes depositadas pela empresa IBM.



Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

Verifica-se a forte participação, no desenvolvimento da tecnologia, de grandes corporações do segmento financeiro (Figura 20), como *Bank of America* com 51 famílias de patentes, *Mastercard International* com 50 famílias de patentes, *American Express* com 49 famílias de patentes e *Visa* com 41 famílias de patentes. Esse cenário demonstra a tendência natural, uma vez que a ascensão da tecnologia esteve atrelada a um ativo financeiro eletrônico (bitcoin), o que pode ter impulsionado o interesse dessas instituições financeiras pela tecnologia.

A versatilidade de aplicação da tecnologia possibilita que empresas do ramo varejista também possam desenvolver suas invenções no intuito de solucionar diversos gargalos no segmento, como é o caso das empresas *Alibaba Holding*, com 107 depósitos de famílias de patentes, e *Walmart Stores*, com 52 depósitos de famílias de patentes, conforme a figura 20.

A empresa *Nchain Holdings Limited*, 85 famílias de patentes, trabalha diretamente com pesquisa e desenvolvimento da tecnologia, criando modelos de negócios direcionados a soluções com criptomoedas, transações, meios de pagamento, segurança e rastreamento. Já a empresa *China Unicom*, 44 famílias de patentes, é uma operadora de telecomunicações da República popular da China (Figura 20).

A figura 21 apresenta as principais áreas tecnológicas das principais empresas que desenvolvem soluções a partir da tecnologia *blockchain*, possibilitando o estudo sobre o posicionamento estratégico dessas empresas, bem como a identificação dos potenciais concorrentes e parceiros em diversas áreas de invenção. Em relação as famílias de patentes concedidas dessas empresas depositantes temos: 36,88% referentes a comunicação digital, 27,50% referentes a tecnologia da computação, 20% referentes a métodos de gestão, 6,25% referentes a controle e 3,13% referente a transportes.

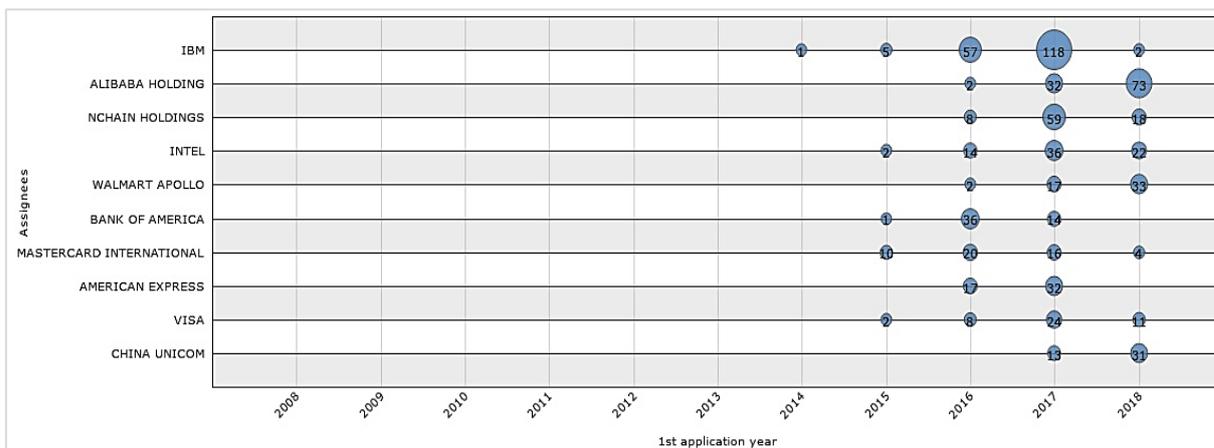
Figura 21 - Principais áreas tecnológicas de empresas depositantes.

Assignees	IT METHODS FOR MANAGEM...	DIGITAL COMMUNICATION	COMPUTER TECHNOLOGY	CONTROL	TELECOMMUNICATTONS	TRANSPORT	MEASUREMENT	ELECTRICAL MACHINERY, ...	FURNITURE, GAMES	MEDICAL TECHNOLOGY
IBM	77	111	70	14	3	5	3	2	3	2
ALIBABA HOLDING	35	38	24	1						
NCHAIN HOLDINGS	58	65	15	4	2					
INTEL	19	53	42	4	5	1	1			
WALMART APOLLO	34	28	14	22	7	15	2	3	2	
BANK OF AMERICA	35	30	9	2	3					
MASTERCARD INTERNATIONAL	41	29	12	6	1					
AMERICAN EXPRESS	30	12	18		1				1	
VISA	20	32	8		1					
CHINA UNICOM	19	30	1	5						

Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit®* (2019).

A respeito do investimento tecnológico (Figura 22) aportado pelas empresas depositantes de patentes, percebe-se que a empresa IBM é pioneira em investimentos, iniciando seu aporte no ano de 2014, depositando sua primeira patente, seu maior grau de investimento se deu no ano de 2017 com um total de 118 famílias de patentes depositadas. Já no ano de 2018, o destaque de investimento vai para a empresa *Alibaba Holding* com o total de 73 famílias de patentes depositadas naquele ano.

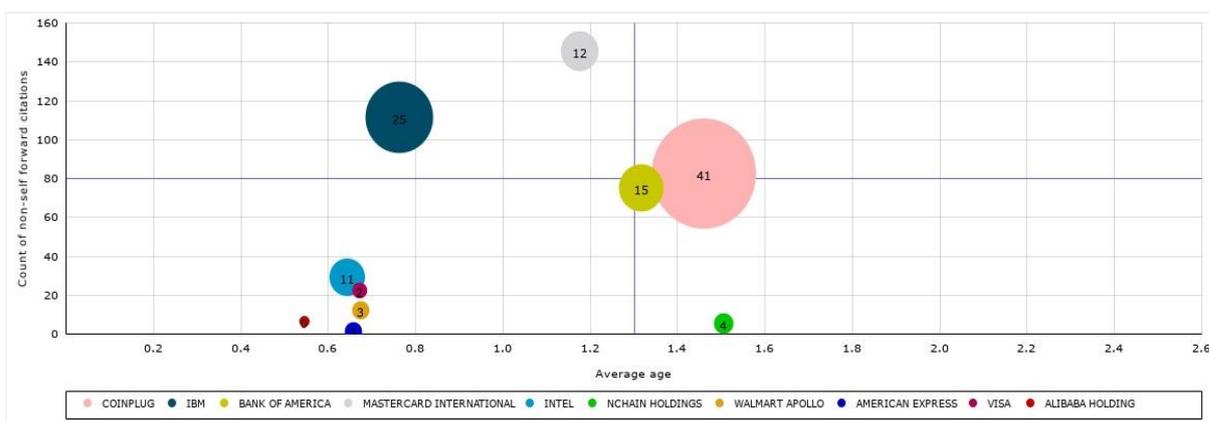
Figura 22 - Tendência de investimento tecnológico dos principais depositantes.



Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

A figura 23 apresenta um gráfico de bolhas que permite a análise e comparação do posicionamento dos principais *players* a partir de uma seleção de patentes. É possível estudar o número de citações futuras (eixo vertical) em relação à idade média do portfólio (eixo horizontal). O tamanho das bolhas corresponde ao número de famílias que possuem pelo menos um membro da família emitido. Quanto maior a bolha, maior o potencial de competição dentro do setor.

Figura 23 - Indicadores de portfólio de patentes das principais empresas depositantes.



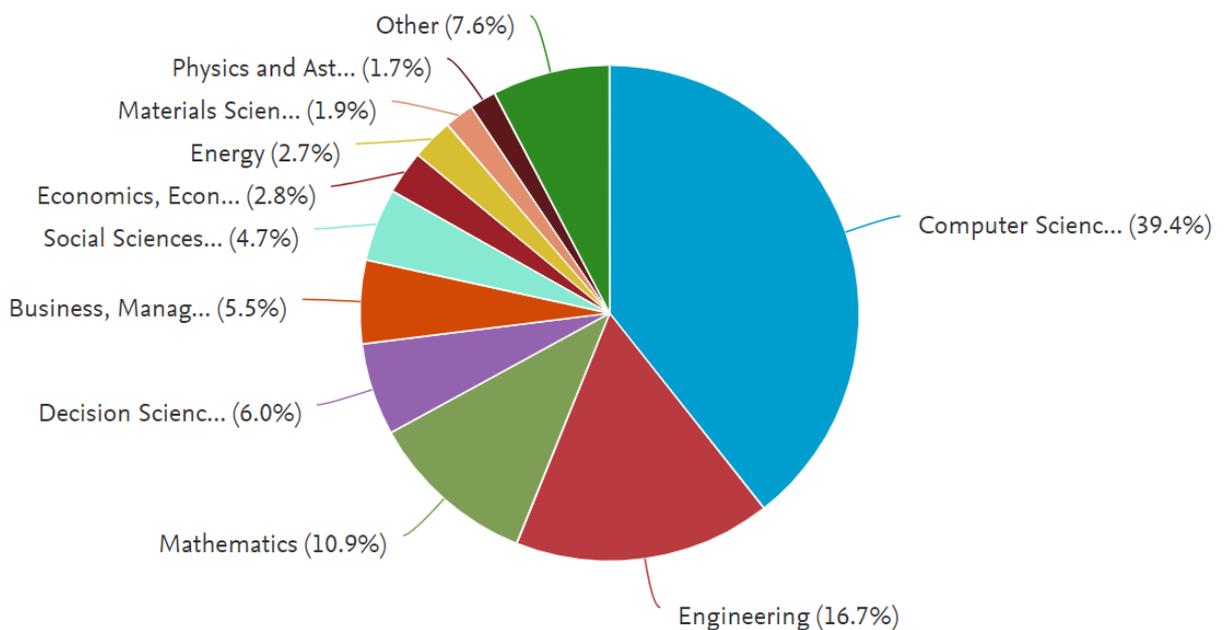
Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

Destaca-se a empresa *Coinplug* com o total de 45 famílias de patentes (Figura 23) com potencial competitivo, em seguida a empresa norte americana *IBM* com 25 famílias de patentes e a *Walmart Apollo* com 15 famílias de patentes mais bem posicionadas competitivamente.

4.5 Documentos por área e família de patentes por código IPC

Para verificar toda a capilaridade e alcance das discussões envolvendo a tecnologia *blockchain* foram observadas as áreas predominantes referentes a produção de documentos científicos resgatados, o qual apresenta 39,4 % dos estudos sobre ciências da computação, 16,7% sobre engenharia, 10,9% sobre matemática, 5,5% sobre negócios e gestão, 6% sobre ciência de decisão, além de diversas temáticas (Figuras 24).

Figura 24 - Áreas acadêmicas dos documentos científicos da base Scopus.

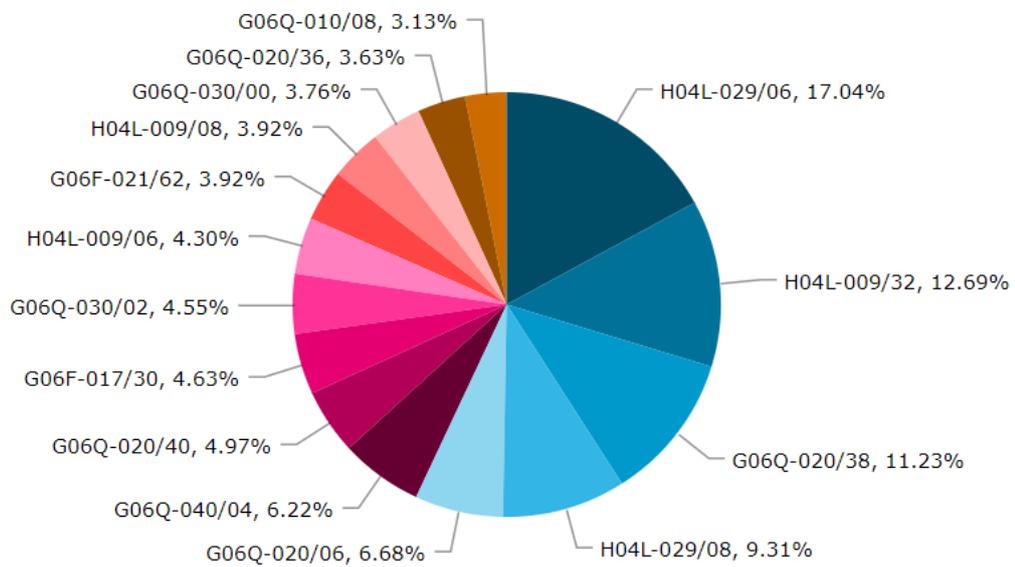


Fonte: Autor, a partir da base Scopus (2019).

A análise de distribuição dos principais códigos IPC - Classificação Internacional de Patentes, contidos no portfólio de patentes das organizações pode ajudar a identificar as áreas em que os solicitantes buscam proteção ou identificar possíveis aplicações de uma tecnologia.

No caso da tecnologia *blockchain* destacam-se duas subclasses (Figura 25): a H04L, que trata de sistemas e métodos de distribuição descentralizada de informação caracterizada por protocolos; e a G06Q, sistemas ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento, supervisão ou predição.

Figura 25 - Códigos IPC das patentes depositadas.



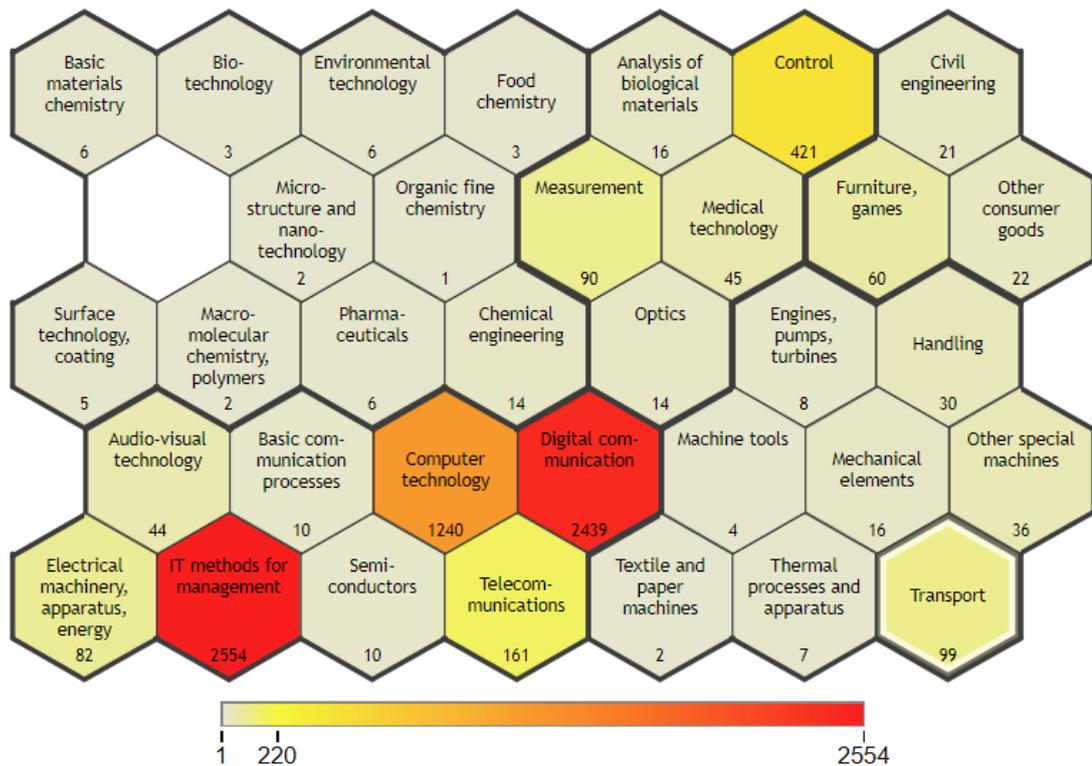
Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

4.6 Família de patentes por domínio de tecnologia

O estudo do portfólio de patentes por domínio de tecnologia permite identificar a diversidade ou a especificidade das invenções desenvolvidas das empresas depositantes de patentes, identificando o *core business* dos *players* de mercado, das categorias menos representadas e de outras aplicações potenciais das patentes.

As categorizações por domínio de tecnologia são baseadas em agrupamentos de códigos IPC, o software *Questel-Orbit*® realiza o agrupamento através de um gráfico de colmeias (Figura 26).

Figura 26 - Famílias de patentes por domínio de tecnologia.

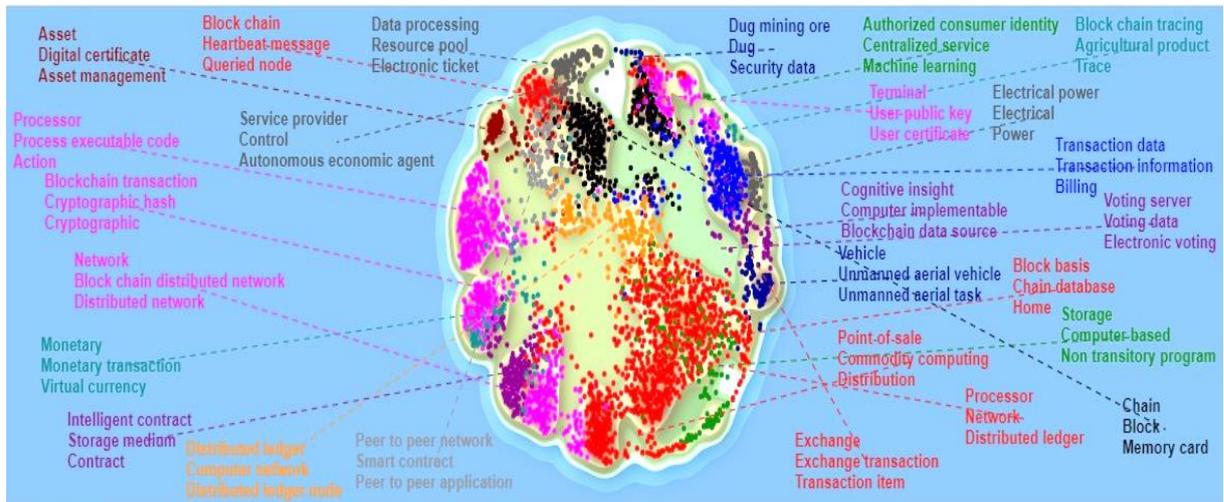


Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

A Figura 26 apresenta a amplitude de aplicação da tecnologia *blockchain*, podendo-se observar a predominância das áreas de coloração mais forte dentro da escala de 1 a 2554 famílias de patentes, com destaque para *IT methods for management* (métodos para gerenciamento a partir de tecnologia da informação), *Digital communication* (comunicação digital), *Computer technology* (tecnologia da computação), *Control* (controle), *Telecommunications* (telecomunicações) e *Transport* (transporte). Também é possível perceber a presença de tecnologias de áreas mais afastadas do universo da tecnologia da informação, a exemplo de *Biotechnology* (biotecnologia), *Food chemistry* (química de alimentos), *Pharmaceuticals* (farmácia), entre outras.

A função “*Landscape by technology clusters*”, do *Questel-Orbit*®, possibilita ilustrar (Figura 27) um conjunto de documentos agrupados de acordo com sua proximidade semântica, com um formato de ilha de cluster tecnológico.

Figura 27 - Ecossistema de clusters tecnológicos do *blockchain*.



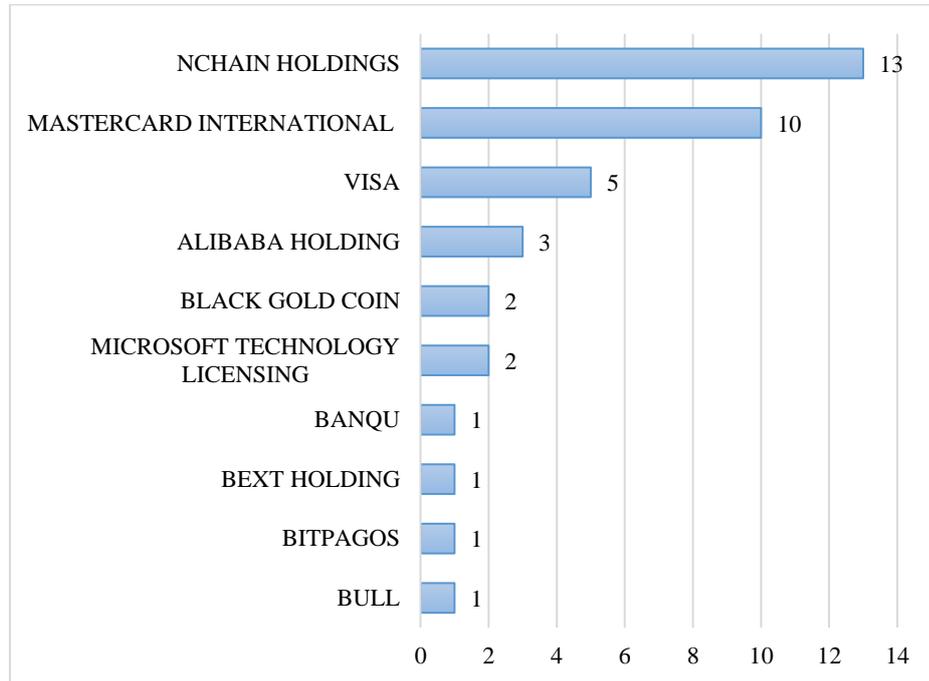
Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit®* (2019).

Áreas com forte sobreposição na Figura 27 mostram a consolidação do portfólio de patentes de *blockchain* resgatadas nesse estudo. É possível detectar 26 clusters tecnológicos, em destaque para o cluster formado pelos conceitos, *Processor*, *Network* e *Distributed Ledger*.

4.7 Proteção da tecnologia *blockchain* no Brasil

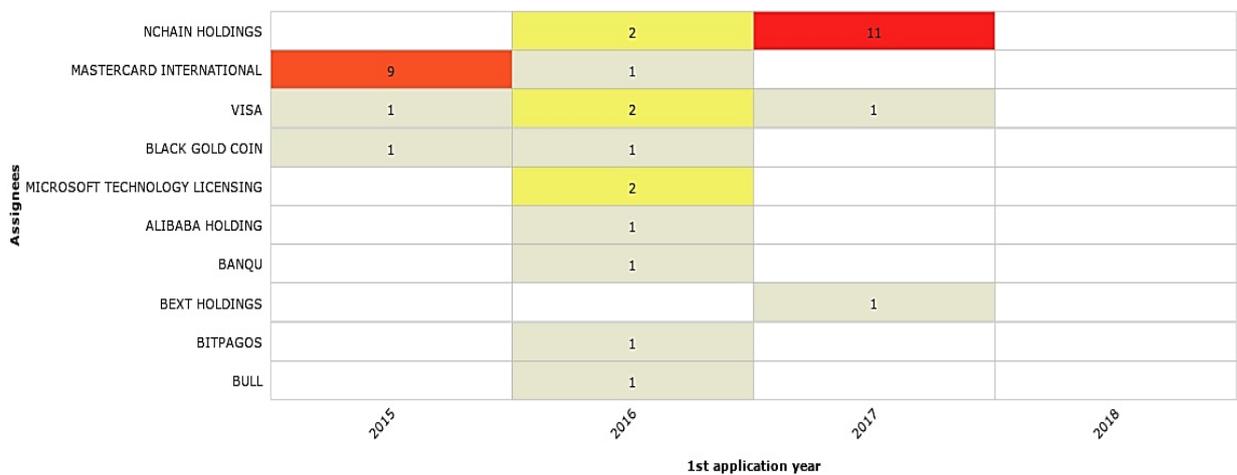
Analisando a proteção das invenções da tecnologia *blockchain* no mercado brasileiro foi possível encontrar 50 famílias de patentes, sendo 78% de propriedade dos 10 maiores depositantes. A empresa *Nchain Holdings* lidera a proteção no mercado brasileiro com o número de 13 famílias de patentes.

A figura 28 apresenta o ranking dos 10 maiores depositantes de patentes da tecnologia *blockchain* com proteção no mercado brasileiro.

Figura 28 - Ranking dos 10 maiores depositantes de patentes no Brasil.

Fonte: Autoria própria (2019).

Referente ao investimento tecnológico (Figura 29) aportado pelas empresas depositantes de patentes, percebe-se que a partir do ano de 2015 iniciaram os aportes no mercado brasileiro, destacando-se a empresa *Mastercard International*, por depositar 9 famílias de patentes no ano de 2015 e *Nchain Holdings* com depósitos de 11 famílias de patentes no ano de 2017.

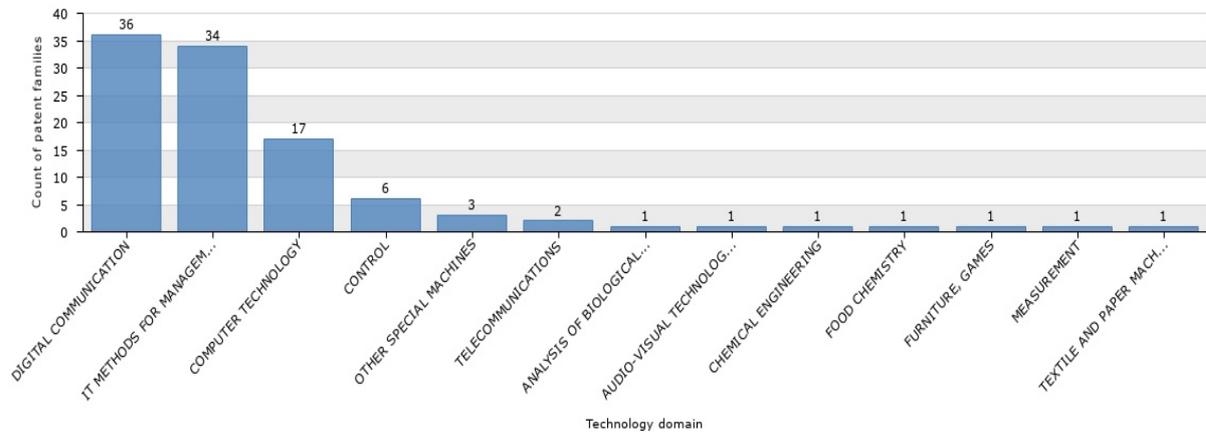
Figura 29 - Tendência de investimento tecnológico dos principais depositantes do mercado brasileiro.

Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit®* (2019).

Apesar de existirem tecnologias sendo protegidas no Brasil (Figura 30), seus depositantes são, em maioria, players do mercado financeiro e criptomoedas. Ao se observar

as referidas patentes, é possível detectar inventos voltados a comunicação digital, métodos de gestão, tecnologia computacional, controle, outras máquinas especiais e telecomunicações.

Figura 30 - Famílias de patentes por domínio de tecnologia no mercado brasileiro.



Fonte: Autor, a partir da base *Questel-Orbit*® (2019).

Contudo, o Brasil, comparado ao cenário global, ainda se encontra muito abaixo em número de patentes depositadas, caracterizando-se apenas como mercado alvo de proteção da tecnologia *blockchain* por empresas multinacionais, não apresentando depositantes e inventores genuinamente brasileiros em sua relação de patentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse capítulo, são apresentadas as conclusões a respeito do estudo prospectivo realizado por meio das patentes desenvolvidas a partir da tecnologia *blockchain*, abordando os fatores de desenvolvimento da tecnologia de acordo com as invenções geradas com base em *blockchain*, suas tendências e demonstrando o panorama científico, além de sugerir novos projetos de pesquisas relevantes para o tema abordado.

5.1 Conclusões

Apesar de a tecnologia *blockchain* ter completado 10 anos de existência em 2018, este estudo prospectivo mostra que a sua ascensão ocorre a partir do ano de 2015, em uma escala crescente, tanto de documentos científicos como de publicações de famílias de patentes. O estudo também mostra claramente a disparidade entre a produção científica (documentos científicos) e a tecnológica (patentes), apresentando o desenvolvimento da tecnologia a partir de demandas de mercado (market-pull).

Os Estados Unidos e a China são os países líderes em depósitos de patentes e na produção de artigos científicos, sendo elevada a disparidade comparativa entre artigos e patentes. No campo da produção científica fica evidente a predominância de autores chineses, os quais construíram um *cluster* de autores, dando destaque a suas respectivas instituições acadêmicas, ressaltando o desempenho da *Chinese Academy of Sciences*, sediada em Pequim, China, tendo a sua produção sobre a temática do *blockchain* com 63 documentos científicos em 931 do total.

Fica evidente a participação de grandes organizações de diferentes mercados como maiores depositantes de invenções oriundas dessa tecnologia. A liderança no depósito de família de patentes pertence à IBM, empresa que desenvolve inúmeros métodos e sistemas a partir da tecnologia da informação. Também é possível perceber empresas que se destacam tendo a própria tecnologia *blockchain* como escopo de negócios, como é o caso da empresa *Coinplug, Inc.*, que tem em seu time os maiores inventores da tecnologia em número de depósitos de patentes.

O estudo a respeito dos códigos IPC destaca claramente duas subclasses predominantes: a H04L, que trata de sistemas e métodos de distribuição descentralizada de informação caracterizada por protocolos; e a G06Q, que se refere a sistemas e métodos de processamento

de dados especialmente adaptados para efeitos administrativos, comerciais, financeiros, gerenciais e protocolo de pagamentos. Essas classificações refletem exatamente a distribuição das áreas dominantes da tecnologia como: métodos para gerenciamento a partir de tecnologia da informação, comunicação digital, controle, telecomunicações e transporte.

No Brasil, a tecnologia apresenta-se de maneira diminuta em relação à produção dos principais países. Lidera o mercado brasileiro, no que diz a proteção de inventos derivados da tecnologia *blockchain*, a empresa *Nchain Holdings Limited*. Observa-se que as empresas que protegeram suas invenções no Brasil são em maioria oriundas do mercado financeiro, a exemplo da *Mastercard International*.

Há um visível interesse na utilização de criptomoedas entre indivíduos e instituições de diferentes lugares ao redor do mundo, pela liberdade de transação de valores em diferentes divisas, por não sofrerem os impactos inflacionários e pela segurança no que diz respeito a fraudes, tal fato é perceptível pelo crescente número de transações de *bitcoins* espalhadas pelo mundo.

A tendência para os próximos anos é que se apresentem resultados de empreendimentos mais maduros com a tecnologia *blockchain*, maior convergência entre *blockchain* e internet das coisas (Iot) para proteção de dados, mais oportunidade de investimentos e oferta na indústria financeira. Com isso, é possível avistar um cenário de constantes aportes em novos modelos de negócios que tem a tecnologia *blockchain* como base, maturando um verdadeiro ecossistema de *startups* e investidores de capital de risco.

As tendências de cruzamento entre a adoção industrial e força de mercado das inovações geradas pela tecnologia *blockchain* apontam que em estágio experimental encontram-se inovações sobre *identity management* (gerenciamento de identidade), *security tokens* (dispositivo eletrônico de segurança), *data marketplaces* (mercado de dados) e etc. Já em estágio de transição encontram-se inovações do tipo *initial coin offerings* (oferta iniciais de moedas) e *smart contracts* (contratos inteligentes) e como estágio de necessidades a *DLT in supply chain* (*blockchain* aplicado a logística e cadeia de suprimentos) por exemplo.

Por fim, este trabalho apresenta a possibilidade de diversos estudos específicos e aprofundados sobre as inúmeras aplicações da tecnologia *blockchain*, bem como estudos mercadológicos sobre o desenvolvimento derivado dessa tecnologia.

Esse estudo também demonstrou uma amplitude de inovações tecnológicas desenvolvidas pela tecnologia *blockchain*, o que inspira os inventores a criarem soluções para

áreas ainda pouco exploradas como a engenharia civil, medicina, farmácia, biotecnologia e etc. Tais demandas requerem novos estudos prospectivos específicos que nortearão as estratégias de criação e inserção de mercado das possíveis invenções.

5.2 Sugestões de novas pesquisas

Este trabalho prospectivo aponta que há interesse de diversas áreas do conhecimento sobre a tecnologia *blockchain*. É possível perceber que os trabalhos científicos se concentram principalmente nas áreas de ciências da computação, engenharia, negócios e gestão, ciência de decisão, economia, energia. Esse panorama permite desenvolver trabalhos científicos multidisciplinares, envolvendo as áreas técnicas do desenvolvimento tecnológico e ciências sociais aplicadas por meio de estudos de impacto social e de mercado trazidos pela tecnologia *blockchain*.

Desse modo, é possível perceber uma grande demanda de projetos de pesquisa relacionados aos campos científicos, tecnológicos e mercadológico. Sugere-se a realização das seguintes pesquisas associadas a tecnologia *blockchain*:

- a) Prospecção tecnológica sobre *blockchain 2.0* (*blockchain* de segunda geração): Um estudo sobre inovações em transferências eletrônicas através de *Smart Contracts*.
- b) *Roadmap* tecnológico sobre aplicação do *blockchain* no varejo e *supply chain* (cadeia de suprimentos).
- c) Levantamento setorial das *startups* desenvolvedoras de soluções associadas a tecnologia *blockchain*: mapeamento do ecossistema *blockchain*.
- d) Estudo de tendência mercadológica sobre as inovações proporcionadas pela tecnologia *blockchain*.
- e) Estudo econômico-social sobre as aplicações do *blockchain* na gestão pública.
- f) Mapeamento tecnológico das patentes oriundas da tecnologia *blockchain* aplicada a registro de propriedade intelectual.

REFERÊNCIAS

- ALIAGA, Yoshitomi Eduardo Maehara *et al.* Avaliação de mecanismos de consenso para blockchains em busca de nova estratégia mais eficiente e segura. In: **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais**. SBC, 2018. p. 33-40.
- ALVES, P. H.; LAIGNER, R.; NASSER, R. Desmistificando *Blockchain*: Conceitos e Aplicações. **Computação e Sociedade**, n. August, p. 1–24, 2018.
- AXONAL Consultoria Tecnológica Ltda. **A empresa Questel Orbit**, Inc. 2017. Disponível em: <https://www.orbit.com/?nocache=1528734411566#PatentRegularAdvancedSearchPage>. Acesso em: 29 maio 2018.
- AZEVEDO, M. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água inteligente no Brasil**, São Paulo, 2017. 177 p.
- BAIRD, Leemon. The swirls hashgraph consensus algorithm: Fair, fast, byzantine fault tolerance. **Swirls Tech Reports SWIRLDS-TR-2016-01, Tech. Rep.**, 2016.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Distributed ledger technical research in Central Bank of Brazil**, 2017. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/publicacoes/outras_pub. Acessado em: 05 mai. 2019.azil.pdf. Acesso em: 05 mai. 2019.
- BITNODES. **Global bitcoin nodes distribution**. 2019. Disponível em: <https://bitnodes.earn.com/#global-bitcoin-nodes-distribution>. Acesso em: 05 mai. 2019.
- BNDES. **Blockchaingov**. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/seminarios/blockchaingov>. Acesso em: 08 mai. 2019.
- BOVÉRIO, M. A.; DA SILVA, V. A. F. Blockchain. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 109-121, 2018.
- CALDAS, M. P.; TINOCO, T. Pesquisa em gestão de recursos humanos nos anos 1990: um estudo bibliométrico. **Revista de Administração de Empresas**, v. 44, n. 3, p. 100–114, 2011.
- CAMPOS, A. L. S. de. Ciência, tecnologia e economia. In: Pelaez, V.; Szmrecsányi, T. (Org.). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec; Ordem dos Economistas do Brasil, 2006.
- CBINSIGHTS. **What ' s Next In Blockchain**. 2019. Disponível em: https://woa.community/l/library/download/urn:uuid:5d482265-d4cd-4649-990a-033362db3b7c/what%27s+next+in+blockchain+-+cb+insights+report.pdf?format=save_to_disk&ext=.pdf. Acesso em: 08 mai. 2019.

CHUAN TEH, C.; KAZUO KAYO, E.; KIMURA, H. M. M. Marcas, Patentes E Criação De Valor - Brands, Patents, and Value Creation. **Ram – Revista De Administração Mackenzie**, v. 9, n. 1, p. 86–106, 2008.

CIO. **Venture captures mantém altos investimentos em blockchain**. 2019. Disponível em: <https://cio.com.br/venture-captures-mantem-altos-investimentos-em-blockchain/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

CLARK, Birgit. Blockchain and IP law: a match made in crypto heaven. **WIPO Magazine**, fev, 2018. Disponível em: https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2018/01/article_0005.html. Acesso em: 08 mai. 2019.

CRYPTO FUND RESEARCH. **Top 50 venture capital firms investing blockchain companies**. 2018. Disponível em: <https://cryptofundresearch.com/top-50-venture-capital-firms-investing-blockchain-companies/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

DELOITTE. **Blockchain in the Public Sector – Transforming Government Services through Exponential Technologies**. 2018. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/public-sector/in-ps-blockchain-noexp.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

DENNY, D. M.T.; PAULO, R. F.; DE CASTRO, Douglas. Blockchain and Agenda 2030. **Braz. J. Pub. Pol'y**, v. 7, p. 122, 2017.

FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; SANTOS, S. C. Estudo de Mapeamento Sistemático sobre as Tendências e Desafios do Blockchain. **Revista Gestão Org**, v. 15, Edição Especial, p. 108-117, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/viewFile/231244/26094>. Acesso em: 15 jul. 2018.

FORBES. **5 Blockchain Trends Everyone Should Know About**. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/01/28/5-blockchain-trends-everyone-should-know-about/#4e9a8bdc3bb9>. Acesso em: 05 mai. 2019.

FRANCISCO, E. d., KUGLER, J. L., & LARIEIRA, C. L. 2017. Líderes da Transformação Digital. **GV executivo**. v.16, n.2, pp. 23-26.

GATTESCHI, Valentina et al. To blockchain or not to blockchain: That is the question. **IT Professional**, v. 20, n. 2, p. 62-74, 2018.

GARTNER, Inc. **Gartner Hype Cycle**. 2019. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>. Acesso em: 08 Out. 2019.

GARTNER, Inc. **Gartner 2019 Hype Cycle for Blockchain Business Shows Blockchain Will Have a Transformational Impact across Industries in Five to 10 Years**. 2019. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-09-12-gartner-2019-hype-cycle-for-blockchain-business-shows>. Acesso em: 20 abr. 2019.

GARTNER, Inc. **Forecast: Blockchain Business Value, Worldwide, 2017-2030**. 2017. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/documents/3627117/forecast-blockchain-business-value-worldwide-2017-2030>. Acesso em: 11 nov. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michel. 2017 **Global Blockchain Benchmarking Study**. Rochester, NY: Social Science Research Network, 2017. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=3040224>. Acesso em: 08 out. 2019. p. 22.

HOGEMANN, E. R. O futuro do Direito e do ensino jurídico diante das novas tecnologias. **Revista Interdisciplinar de Direito**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 105-115, jun. 2018. ISSN 2447-4290. Disponível em: <http://revistas.faa.edu.br/index.php/FDV/article/view/487>. Acesso em: 15 jul. 2018.

IANSITI, Marco; LAKHANI, Karim R. The truth about blockchain. **Harvard Business Review**, v. 95, n. 1, p. 118-127, 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>. Acesso em: 17 abr. 2019.

IST. Relatório Blockchain para aplicações de interesse público. 2019. Disponível em: <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2019/03/Relat%C3%B3rio-ITS-GE-Blockchain-vFinal.pdf>. Acesso em: 30 de Out. 2019.

JESUS, Emanuel Ferreira *et al.* Stalker-Uma Nova Estratégia para o Atacante Egoísta em Blockchains. In: **Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**. SBC, 2018. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbrc/article/view/2439/2403>. Acesso em jul 2019.

JENAL, *et al.* O processo de revisão por pares: uma revisão integrativa de literatura. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 802-808, 2012. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010321002012000500024&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 05 jul. 2018.

LAMOUNIER, L. **Entenda a Diferença entre: Blockchain vs Hashgraph vs Dag vs Holochain**. In: 101 Blockchains. 2019. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/blockchain-vs-hashgraph-vs-holochain-vs-dag/>. Acesso em: 10 nov 2019.

LYRA, J. G. M.; MEIRINO, M. J. **Bitcoin e blockchain: aplicações além da moeda virtual**. 2017. Disponível em: <https://www.blockchainbrasil.org/wp-content/uploads/2017/11/artigo-Blockchain.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2018.

MAYERHOFF, Zea Duque Vieira Luna. Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica. **Cadernos de prospecção**, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008.

MOMO, F. S.; BEHR, A. Blockchain: perfil das pesquisas divulgadas em periódicos acadêmicos. **Revista de Administração FACES Journal**, 2019, 18.1.

MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. 2008. Disponível em: [http:// bitcoin.org/bitcoin.pdf](http://bitcoin.org/bitcoin.pdf). Acesso em: 20 mai. 2018.

ORBIT INTELLIGENCE [Base de dados – Internet]. Questel Orbit Inc. 2018. Disponível em: <https://www.orbit.com/> Acesso em: 10 abr. 2018.

PWC; ABFINTECHS. **Fintech Deep Dive 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/setores-de-atividade/financeiro/2018/pub-fdd-18.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

PWC. **Blockchain: Conceitos e aplicações de uma tecnologia disruptiva**. 2017. Disponível em: <http://docmanagement.com.br/wp-content/uploads/2018/07/PwC-Blockchain-Executive-Meeting.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

PWC. **Blockchain is here. What's your next move?**.2018. Disponível em: <https://www.pwc.com/blockchainsurvey>. Acesso em: 11 nov. 2019.

REYNA, Ana *et al.* On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. **Future Generation Computer Systems**, v. 88, p. 173-190, 2018. Disponível em: https://ac.els-cdn.com/S0167739X17329205/1-s2.0S0167739X17329205-main.pdf?_tid=77438953-d2c8-4120-9c83_117054923805&acdnat=1529940403_d9d90f47ec93af658e13309cda9721e1. Acesso em: 25 jun. 2018.

ROCHA, Raphael Vieira. Blockchain e smart contracts: Como a tecnologia está mudando a intermediação e o direito empresarial. **Cadernos de Direito-UNIFESO**, v. 1, n. 2, 2018.

SCOPUS [Base de dados – Internet]. Elsevier. 2018. Disponível em: <https://www-scopus.ez9.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 10 abril 2019.

SECAF, V. **Artigo científico: do desafio à conquista**. São Paulo: Reis Editorial Ltda., 2000.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **Métodos de Pesquisa** (120p). Porto Alegre: UFRGS Editora, 2009.

SURDA, P. **Economics of Bitcoin: is Bitcoin an alternative to fiat currencies and gold?** Diploma Thesis, Wirtschaftsuniversität Wien, 2012. Disponível em: <http://dev.economicsofbitcoin.com/mastersthesis/mastersthesis-surda-2012-11-19b.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SWAN, Melanie. **Blockchain: Blueprint for a new economy**. " O'Reilly Media, Inc.", 2015.

SZABO, N. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. **First Monday**, [S.l.], sep. 1997. ISSN 13960466. Disponível em: <http://ojphi.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>. Acesso em: 25 jun. 2018.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain Revolution: como a tecnologia por trás do Bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo**. São Paulo: Senai-SP, 2016.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. Realizing the Potential of Blockchain. A Multistakeholder Approach to the Stewardship of Blockchain and Cryptocurrencies. In: **World Economic Forum**. 2017. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Realizing_Potential_Blockchain.pdf. Acesso em: 17 abr. 2019.

THE ECONOMIST. **Bitcoin hits \$11,000**. Nov. 2017. Disponível em: <https://www.economist.com/graphic-detail/2017/11/29/bitcoin-hits-11000>. Acesso em: 29 maio 2018.

THE ECONOMIST. **Crash course**. Sept. 2013. Disponível em: <https://www.economist.com/schools-brief/2013/09/07/crash-course>. Acesso em: 19 jun. 2018.

ULRICH, F. **Bitcoin**: A moeda na era digital. São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil, 2014. 100p.

WEISS, Marcos Cesar. Sociedade sensoriada: a sociedade da transformação digital. **Estudos Avançados**, v. 33, n. 95, p. 203-214, 2019.

WILD, Jane; ARNOLD, Martin; STAFFORD, Philip. Technology: Banks seek the key to blockchain. **Financ Times**, v. 1, p. 2015, 2015. Disponível em: <https://www.ft.com/content/eb1f8256-7b4b-11e5-a1fe-567b37f80b64>. Acesso em: 30 abr. 2019

WIPO. **Perguntas e respostas sobre PCT**, WIPO. 2017. Disponível em: http://www.wipo.int/export/sites/www/pct/pt/basic_facts/faqs_about_the_pct.pdf. Acesso em: 28 maio 2018.