

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISA EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

**POSSIBILIDADES DE USO E APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA
BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO**

GENECI DA SILVA RIBEIRO ROCHA

Porto Alegre, RS

2020

GENECI DA SILVA RIBEIRO ROCHA

**POSSIBILIDADES DE USO E APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA
BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientadora: Profa. Dra. Letícia de Oliveira

Porto Alegre, RS

2020

GENECI DA SILVA RIBEIRO ROCHA

**POSSIBILIDADES DE USO E APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA
BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientadora: Profa. Dra. Letícia de Oliveira

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adriano Lago - UFSM

Prof. Dr. Edson Talamini - UFRGS

Prof. Dr. Fabio Miguel Junges - UNISINOS

Prof. Dr. Jéferson Campos Nobre - UFRGS

Profa. Dra. Letícia de Oliveira – UFRGS - Orientadora

Porto Alegre, RS

2020

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva Ribeiro Rocha, Geneci
POSSIBILIDADES DE USO E APLICABILIDADE DA
TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO / Geneci da
Silva Ribeiro Rocha. -- 2020.
103 f.
Orientadora: Leticia de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em
Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em
Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Inovação Tecnológica. 2. Cadeia Produtiva. 3.
Agricultura. 4. Pecuária. I. de Oliveira, Leticia,
orient. II. Título.

Dedico o presente trabalho à minha família, meu esposo e nossa filha, que me ajudaram em todos os momentos em que necessitei, sempre me incentivando e motivando a ir em busca dos meus sonhos.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por seu amor, misericórdia e providência em todos os momentos desta caminhada, permitindo que, por sua graça, eu alcançasse mais esta vitória ao longo da vida. Obrigada por me permitir errar, aprender e crescer.

Ao meu esposo, Patrício Duarte Rocha, pelo companheirismo e apoio despendido ao longo desse processo difícil em nossa família, permitindo que mediante seu amor e compreensão eu chegasse ao final desta luta vitoriosa. Agradeço à minha filha, Patrícia Ribeiro Rocha, por todo o amor, carinho, dedicação e paciência que teve comigo, por ter sempre me incentivado a ir em busca de meus objetivos. A vocês dois, dou todo o meu amor e gratidão, pois estiveram comigo em todos os momentos tanto nas horas boas quanto nas difíceis. Obrigada por sempre estarem disponíveis, por sempre me escutarem e apoiarem minhas decisões, incentivando-me a seguir em frente.

Às amigas e colegas, Deise e Maielen, obrigada pela parceria, iniciadas lá na graduação; pelos trabalhos elaborados em conjunto; pelas trocas de ideias; pelo convívio diário; por todas as palavras de força e apoio; e por compartilharem inúmeros sentimentos de felicidade e de angústia que a vida nos proporcionou durante esses últimos anos.

Ao Professor Dr. Adriano Lago, por ser meu grande incentivador para que eu ingressasse no mestrado. Obrigada por acreditar em minha capacidade de seguir em frente na vida acadêmica.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, Professora Dra. Leticia de Oliveira, por aceitar o desafio de me orientar neste trabalho, por acreditar em mim e em meu potencial. Sempre disposta a me ouvir e auxiliar em todos os momentos que necessitei. Ademais, sem sua orientação, possivelmente, eu não chegaria ao final desta trajetória. Seus conselhos foram motivadores e de grande valia para eu seguir de cabeça erguida e me desafiar perante meus objetivos. Obrigada pela paciência, insistência e competência demonstradas ao longo de todo este processo de construção e aprendizado.

Agradeço imensamente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela oportunidade de desenvolver e concretizar este estudo. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios e Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN) da UFRGS, pela possibilidade de realização do mestrado. À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante o mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios e CEPAN, que transmitiram seus conhecimentos de forma tão dedicada, colaborando para que este grande dia chegasse.

Agradeço ao Professor Dr. Adriano Lago, ao Professor Dr. Edson Talamini, ao Professor Dr. Fabio Miguel Junges e ao Professor Dr. Jéferson Campos Nobre, pelo aceite do convite para composição da banca avaliadora, na certeza que trarão valiosas contribuições para melhoria desta pesquisa.

Minha gratidão a todos os profissionais que aceitaram participar deste estudo e disponibilizaram seu tempo para contribuir participando das entrevistas com valiosas informações que foram de fundamental importância para a operacionalização e concretização de minha dissertação. Obrigada por me receberem de portas, e pelas longas e preciosas conversas.

Por fim, àqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

Desejo que você

Não tenha medo da vida, tenha medo de não vivê-la.

Não há céu sem tempestades, nem caminhos sem acidentes.

Só é digno do pódio quem usa as derrotas para alcançá-lo.

Só é digno da sabedoria quem usa as lágrimas para irrigá-la.

Os frágeis usam a força; os fortes, a inteligência.

Seja um sonhador, mas una seus sonhos com disciplina, pois sonhos sem disciplina produzem pessoas frustradas.

Seja um debatedor de ideias. Lute pelo que você ama.

Augusto Cury

RESUMO

Blockchain tem sido vista como uma ferramenta tecnológica que pode ser aplicada em diferentes setores, com o intuito de solucionar diversos problemas. Nesse sentido, para responder à questão da pesquisa, optou-se por realizar um estudo quantitativo e qualitativo, seguindo três etapas de execução. Primeiramente, realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica, tencionando responder o primeiro objetivo deste estudo. A análise sistemática foi extraída dos documentos indexados nas plataformas *Elsevier's Scopus* e *Web of Science (WoS)* considerando a metodologia Prisma, da qual o conteúdo dos documentos elegidos estão diretamente relacionados à temática. Foram selecionados 71 artigos para análise. Na segunda etapa, aplicou-se técnicas de mineração de texto, o *Text Mining*, dos artigos previamente selecionados. A análise de mineração de textos utilizada envolveu a recuperação de informações, análise textual e extração de dados de estudos científicos. Para tanto, envolveu-se diversas fases, entre elas, a primeira foi a seleção de 68 artigos dos 71 elegidos na primeira etapa. A terceira etapa consistiu na elaboração de entrevistas com dez especialistas envolvidos em projetos relacionados com a Tecnologia *Blockchain*, como: gestores, coordenadores, desenvolvedores e participantes que tenham conhecimento de negócio e de programação/estrutura dessa tecnologia. Buscou-se apontar, por meio dessas entrevistas, as vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia *blockchain* nos segmentos do agronegócio e identificar seus desafios e barreiras. Quanto aos resultados obtidos, evidenciou-se o início das publicações em 2016 na *WoS* e 2017 na *Scopus*, demonstrando que a temática é recente. Ademais, a maior concentração das publicações ocorre em países da China e dos Estados Unidos da América (EUA), com destaque nas áreas de Ciência da Computação e Engenharia. Observou-se diversas lacunas para estudos futuros, com significativo valor para a ciência, indústria e sociedade. Na análise sistemática, identificou-se os principais segmentos do agronegócio em que a tecnologia está sendo utilizada, entre eles: financeiro, energia, logística, meio ambiente, agrícola, pecuária e indústria. Constatou-se que a tecnologia traz inúmeros benefícios quando utilizada nas cadeias produtivas do agronegócio. Contudo, a *blockchain* é uma tecnologia em desenvolvimento nos diversos setores, com várias possibilidades de aplicação e amplas vantagens, tais como: aumento da confiança, redução de riscos nas transações, menor burocracia, redução dos custos em razão da eliminação de intermediários, diminuição dos riscos e de fraudes e maior privacidade devido a controles rigorosos e com muito mais segurança, pelo fato da imutabilidade dos dados. Conclui-se que a pesquisa sobre a aplicabilidade e o uso da *blockchain* nos setores do agronegócio estão em estágio inicial,

incluindo a fase de testes e experimentação, uma vez que foram identificados, a partir das análises, protótipos de laboratório em teste de aplicação. Para tanto, a tecnologia *blockchain* está e será aplicada e usada em todos os segmentos da economia, promovendo maior confiabilidade e agilidade nas informações e redução de custos.

Palavras chave. Inovação Tecnológica. Cadeia Produtiva. Agricultura. Pecuária.

ABSTRACT

Blockchain has been seen as a technological tool that can be applied in different sectors, in order to solve various problems. In this sense, to answer the research question, it was decided to carry out a quantitative and qualitative study following three stages of execution. At first, a systematic review of the scientific literature was carried out to answer the first objective of the study. The systematic analysis was extracted from documents indexed on the platforms Elsevier's Scopus and Web of Science (WoS) considering the Prisma methodology, whose content of the chosen documents are directly related to the theme. 71 articles were selected for analysis. In the second stage, text mining techniques, Text Mining, from previously selected articles were used. The text mining analysis used involved information retrieval, textual analysis and data extraction from scientific studies. To this end, several stages were involved, in which 68 articles from the 71 selected in the first stage were first selected. In the third stage, interviews were conducted with ten specialists involved in projects related to Blockchain Technology, such as: managers, coordinators, developers and project participants who have knowledge of the business and programming / structure of the technology. We sought to point out, through these interviews, the advantages and disadvantages of using blockchain technology in the agribusiness segments and to identify the challenges and barriers of technology in agribusiness. As for the results obtained, the start of publications in 2016 in WoS and 2017 in Scopus was evidenced, demonstrating that the theme is recent. In addition, the largest concentration of publications occurs in the countries of China and the United States, especially in the areas of Computer Science and Engineering. Several gaps were observed for future studies, with significant value for science, industry and society. In the systematic analysis, the main agribusiness segments in which the technology is being used were identified, including: financial sector, energy, logistics, environment, agriculture, livestock and industry. It was found that the technology brings numerous benefits when used in the agribusiness production chains. However, blockchain is a technology under development in different sectors with several possibilities of application and wide advantages, for example: increased confidence, reduced risks in transactions, less bureaucracy, reduced costs due to the elimination of intermediaries, reduced risks and fraud, greater privacy due to strict controls and with much more security due to the immutability of data. It is concluded that research on the applicability and use of blockchain in the agribusiness sectors is at an early stage, including the testing and experimentation phase, since laboratory prototypes under application testing were identified

from the analyzes. Therefore, blockchain technology is and will be applied and used in all segments of the economy, promoting greater reliability, agility in information and cost reduction.

Key words. Technologic innovation. Productive chain. Agriculture. Livestock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Informações centralizadas versus descentralizadas	23
Figura 2 - Características das redes <i>blockchain</i>	25
Figura 3 - Transações em <i>Blockchain</i>	26
Figura 4 - Os Smart Contracts estão dentro das <i>blockchains</i> e todas as <i>blockchains</i> são distributed ledges	27
Figura 5 - Busca nas bases de dados <i>Scopus e Web of Science</i>	40
Figura 6 - Fluxograma de identificação e seleção dos artigos para a revisão bibliométrica e sistemática	41
Figura 7 - Evolução cronológica dos artigos sobre <i>Blockchain</i> no Agronegócio	47
Figura 8 - Áreas com maior número de publicação em ambas as bases de dados	49
Figura 9 - Países com maior número de publicação em ambas as bases de dados.....	50
Figura 10 - Principais palavras-chave mencionadas nos 71 estudos selecionados	51
Figura 11 - Diferentes tipos de aplicação da <i>blockchain</i> nos setores do agronegócio	52
Figura 12 - Frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos analisados (selecionados os termos com frequência superior a 1000).....	63
Figura 13 - Bigramas e seus respectivos valores de IT_IDF.....	66
Figura 14 - Bigramas mais frequentes	67
Figura 15 - Network dos bigramas encontrados na mineração de texto.....	69
Figura 16 - Nuvem de palavras com os termos mais frequentes encontrados na mineração de texto	70
Figura 17 - Análise de cluster.....	71

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Termos associados a “ <i>Blockchain</i> ” e sua respectiva correlação.....	65
--------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios da Tecnologia <i>Blockchain</i>	24
Quadro 2 - Etapas do Funcionamento da <i>Blockchain</i>	28
Quadro 3 - Perfil dos Entrevistados.....	45
Quadro 4 - Quadro Síntese	88

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos	19
1.2 JUSTIFICATIVA	20
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 CONCEITO DE <i>BLOCKCHAIN</i>	22
2.2 FUNCIONAMENTO DA <i>BLOCKCHAIN</i>	26
2.3 UTILIDADE DA <i>BLOCKCHAIN</i>	29
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1 ETAPA 1- REVISÃO SISTEMÁTICA	39
3.2 ETAPA 2- <i>TEXT MINING</i>	42
3.3 ETAPA 3 - ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS	43
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	47
4.2 REVISÃO SISTEMÁTICA	52
4.2.1 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor Financeiro	53
4.2.2 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor de Energia	54
4.2.3 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor de Logístico	56
4.2.4 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Meio Ambiente	57
4.2.5 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor Agrícola	58
4.2.6 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor Pecuário	60
4.2.7 Uso e Aplicabilidade da <i>Blockchain</i> no Setor da Indústria	61
4.3 ANÁLISE <i>TEXT MINING</i>	62
4.4 ANÁLISES DAS ENTREVISTAS	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE A	93

1. INTRODUÇÃO

Mudanças no âmbito social, ambiental e tecnológico vêm ocorrendo no Brasil e no mundo, fazendo com que novas formas de gerir os negócios sejam necessárias para o surgimento ou para a manutenção da organização frente às incertezas e aos riscos (PRENDEBOM; SOUZA, 2012). Uma dessas formas é a inovação, que tem sido indispensável às vantagens competitivas ao longo do tempo nas organizações. Segundo Pagés (2009), as atividades de inovação têm muitas formas, como tecnologias embarcadas em produtos, treinamentos e prestação de serviços tecnológicos, não se restringindo apenas às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

De acordo com Bessant e Tidd (2009), a inovação é movida pela habilidade de criar conexões e oportunidades e por conseguir tirar proveito delas. Schumpeter (1934) ressalta que a essência do desenvolvimento econômico, em relação à inovação tecnológica, muda padrões de produção e pode influenciar no desenvolvimento econômico de diferentes regiões e países.

Nesse contexto, gerar tecnologias que se traduzam em inovações e ganhos continuados de produtividade e facilidade nas negociações é componente imprescindível para a competitividade, em especial no agronegócio. Contudo, para que isso exista, é necessária isonomia de condições frente aos principais competidores internacionais (EMBRAPA, 2014). Para Vieira Filho e Silveira (2012), a performance da agricultura brasileira é resultante do processo de inovação, e, nessa perspectiva, novos questionamentos seriam necessários para ilustrar o crescimento agrícola, além da referência dos insumos modernos. É imprescindível entender que a agricultura não é um campo residual da economia, já que engloba inovações tecnológicas e um progresso técnico de maneira endógena.

Nas últimas décadas, a produtividade agrícola aumentou devido à tecnologia de ponta que tem chegado ao agricultor na forma de maquinários, drones agrícolas, sistemas de irrigação, embalagens automatizadas, monitoramento de satélites e *Internet das Coisas* (IoT), as quais conquistaram o meio rural e vêm revolucionando o agronegócio. Este tem produtos como milho, soja, arroz, feijão que necessitam passar por produção e processamento, transporte e armazenamento, classificação de vendas e uma série de outros processos. No entanto, se uma dessas etapas for fraudada, produzirá sérios riscos de segurança alimentar, que, além de prejudicar a saúde das pessoas, mina também a confiança dos mercados de alimentos (TIAN, 2018).

Nesse cenário, maior atenção tem sido dada ao gerenciamento da cadeia de fornecimento de alimentos, mostrando ser importante um controle das atividades nela

desempenhadas. Pesquisas em inovação tecnológica têm se intensificado, com destaque, ultimamente, para a *blockchain*, devido à sua transparência, segurança e autenticidade, já que fornece informações em tempo real a todos os atores de uma cadeia. Entende-se por *blockchain* o novo sistema de informação descentralizada, que poderá fornecer uma plataforma de informação para todos os envolvidos em uma cadeia (FAYE, 2017).

A tecnologia *blockchain* tem atraído o interesse de pesquisadores e empreendedores do mundo todo, em função de indústrias, instituições financeiras e setores públicos e porque substitui as aplicações que eram feitas por um intermediário confiável, que agora pode operar de forma dissociada, transparente e segura, sem a necessidade de uma autoridade central. Recentemente, essa tecnologia foi introduzida no setor de alimentos como uma ferramenta de rastreabilidade (TIAN, 2018). Utilizando a IoT e a tecnologia *blockchain*, esse novo sistema de informação poderá se tornar uma inovação disruptiva capaz de fornecer uma plataforma de informações para todos os componentes da cadeia de abastecimento, abrangendo os departamentos governamentais e reguladores, fundamentado na transparência, neutralidade, confiança e garantia (TIAN, 2018).

Para Kaijun *et al.* (2018), o rápido crescimento e desenvolvimento da tecnologia da informação, atribuído a uma plataforma de serviços públicos com a finalidade de melhorar a gestão dos recursos e serviços distanciados, tornou-se a chave para resolver contradições entre a procura e a oferta de produtos nas organizações. Nas palavras desses autores, a cadeia de suprimento agrícola é um sistema complicado, já que exige maior atenção com a qualidade e a segurança dos produtos. Destarte, *blockchain* é uma rede que pode ser compartilhada entre todos os elos de uma rede distribuída, que elimina qualquer autoridade de confiança centralizada em diferentes modelos de negócio.

Ao se abordar o tema *blockchain*, é comum que se pense em Criptomoedas, especialmente os *Bitcoins*. Todavia, conhecedores de tecnologia e economia estão sinalizando que essa pode ser uma área relevante na pesquisa de tecnologia, podendo ser usada em muitos campos além dos *Bitcoins* (CASIANO *et al.*, 2018). Muitas organizações foram integradas por tecnologias que vêm mudando o ambiente e os mercados, trazendo mais facilidade no desenvolvimento das atividades, favorecendo todo o processo, inclusive nos segmentos do agronegócio, resultando em contribuições positivas para a cadeia produtiva agroalimentar.

A *blockchain* vem sendo considerada uma inovação tecnológica e, ultimamente, tem recebido mais atenção devido à sua autonomia, anonimato e imutabilidade dos dados, tornando-se um assunto emergente na ciência e nas organizações. Suas redes de comunicação possuem

dados armazenados de maneira distribuída, sendo cada nó coordenado sem um centro de dados unificados, o que elimina qualquer autoridade de confiança centralizada, possibilitando que esses possam ser compartilhados entre todos os elos daquela rede (ZOU *et al.*, 2019).

Em um contexto de oportunidades e ameaças, no qual esta pesquisa está inserida, buscase como problemática a compreensão dos aspectos relacionados ao uso e à aplicação da *blockchain* na infraestrutura de transação de dados e informações em cadeias produtivas. Para tanto, este estudo é conduzido pela seguinte pergunta: qual o panorama do uso e da aplicabilidade da *blockchain* nas cadeias produtivas do agronegócio?

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos que norteiam a investigação proposta estão divididos conforme o nível de abrangência e especificidade. Deste modo, definiu-se o objetivo geral e seus respectivos objetivos específicos, apresentados nas próximas subseções.

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar a possibilidade de uso e da aplicabilidade da tecnologia *blockchain* nos segmentos do agronegócio.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Mapear o uso e a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* nas atividades do agronegócio;
- Analisar as vantagens e desvantagens da utilização da *blockchain* no agronegócio; e
- Identificar os desafios e oportunidades da *blockchain* no agronegócio.

1.2 JUSTIFICATIVA

O agronegócio é um setor de suma importância para um país, seu potencial é resultante de um conjunto de vários fatores, em especial dos investimentos em tecnologia e pesquisa, que promovem o crescimento da produtividade. Ele é composto por cadeias produtivas que possuem entre seus componentes os sistemas que operam em diferentes ecossistemas naturais. Em um contexto de apoio, essas cadeias são formadas por instituições de crédito, pesquisa e assistência técnica, que exercem uma forte influência no seu desempenho (JANK *et al.*, 2005).

O aumento da produção agropecuária brasileira, nos últimos 40 anos, colocou o agronegócio na posição de grande fornecedor de alimentos. Destaca-se que o país tem uma diversidade de culturas adaptadas às regiões tropicais e um número cada vez mais alto de produtores rurais comprometidos com suas responsabilidades no cuidado do meio ambiente, tudo isso aliado à produção de alimentos. Esses agentes integram o setor produtivo mais moderno do mundo, o qual vem modificando a economia brasileira (CNA, 2018).

As cadeias produtivas envolvem um conjunto de atividades econômicas e de produção que se estruturam gradativamente, desde a elaboração até a comercialização de um produto e/ou serviço. Diante disso, as cadeias produtivas do agronegócio brasileiro têm grande destaque em todo o mundo, já que são complexas, diversificadas e dependem da organização de cada elo do sistema produtivo e da relação entre eles.

Os produtores atuam em um sistema forte, participativo e abrangente, com uma integração cada vez mais interligada dentro de uma imensa rede de negócios e cooperações, onde todos os agentes agem em conjunto, criando uma ampla cadeia. Além do número de transações, a complexidade dessas é crescente, considerando a infinidade de variáveis econômicas, políticas, ambientais, sociais, culturais, legais e sanitários que cada país importador possui (DURSKI, 2003).

Para Furlanetto e Cândido (2006), a cadeia produtiva é compreendida como operações que envolvem desde a fabricação de insumos, a produção na fazenda, o processo de transformação (industrialização), a distribuição e a comercialização, até chegar ao consumidor final. Dentro dessa lógica, a empresa rural representa mais um elemento importante, integrado em uma rede vinculada a outros sistemas como: infraestrutura, comercial, financeiro, tecnologia, relações de trabalho e todo o aparato institucional público e privado, configurando a cadeia produtiva.

Os diversos elos que compõem essa cadeia estabelecem relações de interação, complementaridade e interdependência entre os atores envolvidos nessa lógica sequencial e

dinâmica. Tanto as instituições quanto as organizações perceberam que a eficiência do agronegócio passou a se apoiar nos aspectos estruturais da cadeia produtiva, na medida em que depende da capacidade de resposta à evolução da demanda vinculada pela grande distribuição que exige novas formas de interação, para assegurar os fluxos e a qualidade da matéria prima (FURLANETTO; CÂDIDO, 2006).

Portanto, para que se alcance um processo de gestão das cadeias produtivas, é preciso torná-las mais transparentes, auditáveis e confiáveis, sendo necessária heterogeneidade entre os atores envolvidos. Assim, a estrutura de uma *blockchain* fornecerá um sistema seguro de armazenamento de dados com base na rede de sensores, com monitoramento dos produtos em tempo real, garantindo sua segurança e confiabilidade.

As *blockchains* são estruturas em camadas que podem contar com dados tecnológicos da IoT para conseguir transparência e auditabilidade dos registros armazenados. Por meio da camada sensorial, obtêm-se, principalmente, o sensor de temperatura, umidade, aceleração e pressão. E, com a tecnologia *blockchain*, esses dados rastreados são gravados em bloco de forma segura e indefectível, haja vista que a segurança dos dados é a garantia da segurança dos alimentos (XIE; SOL; LUO , 2017).

Logo, uma nova abordagem vem ocorrendo, pois não é mais possível planejar setorialmente sem levar em consideração os deslocamentos ao longo da cadeia produtiva, em especial no caso do agronegócio que é altamente dependente das diferentes exigências de mercado. Dessa forma, considerando-se a relevância do agronegócio e de suas cadeias produtivas para a economia de um país, justifica-se esta pesquisa, uma vez que busca identificar as possibilidades de uso e a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* no agronegócio, para assegurar confiabilidade e transparência nas transações entre os elos da cadeia, além de reduzir custos. Percebe-se a importância deste estudo, pois a pesquisa contribuirá oferecendo subsídios à formulação de novas estratégias e ações de melhorias direcionadas às cadeias produtivas do agronegócio.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Apresenta-se, nesta seção, os principais eixos teóricos que norteiam este estudo. Discorre-se sobre o que é uma *blockchain*, como funciona e para que serve.

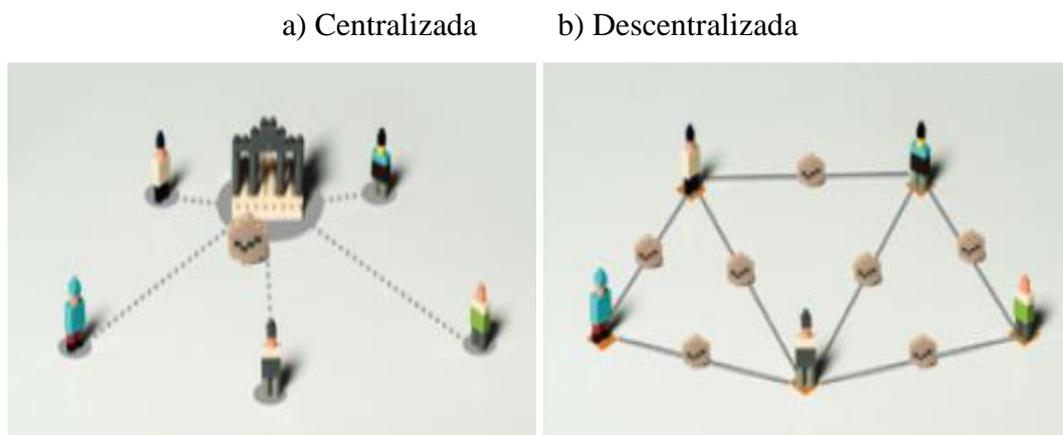
2.1 CONCEITO DE *BLOCKCHAIN*

Blockchain é um sistema de dados distribuídos, que replica e compartilha informação entre todos os membros de uma rede. Seu conceito foi introduzido em 2009 por Satoshi Nakamoto, que criou os *Bitcoins* para resolver problemas de *double spend*. Os nós na rede *Bitcoin* incorporam validações, mutuamente acordadas na *blockchain*, comportando as transações no *ledger*, isto é, uma espécie de livro caixa que determina quem possui dados nessa corrente (CHRISTIDIS; DEVETSIKIOTIS, 2016).

Para Laurence (2017), *blockchain* é uma inovação que vem da incorporação de tecnologias já existentes. É uma base de dados distribuída, na qual um grupo de pessoas controla, registra e compartilha informações e pode ser utilizada em diferentes tipos de aplicações, interligada por meio de plataformas e *hardwares* em todo o mundo. Ela tem sido apontada como uma tecnologia que tem o conceito baseado em protocolo inviolável à ação humana e é fundamentada em três tecnologias subjacentes: redes *peer-to-peer* (P2P), criptografia e algoritmos de consistência distribuídos. Além disso, ela é acompanhada de um contrato inteligente, o qual não é parte necessária dos sistemas baseados em *blockchain*, mas fornece suporte natural para as transações realizadas, utilizando a tecnologia (SIKORSKI; HAUGHTON; KRAFT, 2017).

Cabe destacar que essa tecnologia pode ajudar a construir um sistema confiável, auto-organizado e aberto, envolvendo todas as partes interessadas. Diferentemente dos modelos tradicionais, as informações são centralizadas e as transações passam sempre por um ponto central que pode alterá-las. Na descentralização, a integridade das informações é testada por todos os usuários, caso um deles tente adulterar um dado já registrado, os demais ficarão sabendo e rejeitarão a operação conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1- Informações centralizadas versus descentralizadas



Fonte: adaptado de Herrero (2017).

Centralização *versus* descentralização: as informações armazenadas nessa cadeia de blocos são descentralizadas, ou seja, não ficam sozinhas em um servidor se não forem armazenadas em múltiplos servidores, nos quais estarão protegidas por diversos processos, o que as torna impossíveis de alteração posteriormente (HERRERO, 2017). A tecnologia *blockchain* é diferente da tecnologia de banco de dados *on-line* tradicional. Esta se situa em um único local, acessado por uma rede de usuários, e essa tem uma relação invertida, é um banco de dados descentralizados, distribuídos por meio de uma rede de usuários. Cada transação contém provas de validade e autorização, eliminando a necessidade de verificação centralizada (MANSKI, 2017).

Conforme Faye (2017), *blockchain* é um registro contábil de operações digitais compartilhado entre múltiplos *stakeholders* e só pode ser atualizada com um acordo entre a maior parte dos participantes do sistema. É a informação que, uma vez escrita, nunca mais pode ser sobrescrita, de tal modo que a *blockchain* contém um registro certo e verificável de cada transação já realizada.

Tapscott e Tapscott (2016) afirmam que a *blockchain* representa um consenso de cada operação que já aconteceu na rede. É como um *World Wide Web* de informações e um *World Wide Ledger* de valor – é um livro razão distribuído que todos podem baixar e executar em seus computadores. De acordo com Roman (2018), as *blockchains* se distinguem de outras aplicações tecnológicas existentes nos mercados principalmente nos sistemas financeiros. No Quadro 1, exemplifica-se seus princípios e definições da *blockchain*.

Quadro 1- Princípios da Tecnologia *Blockchain*

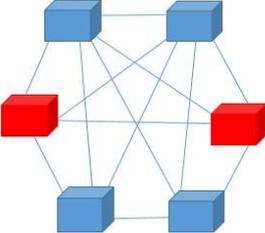
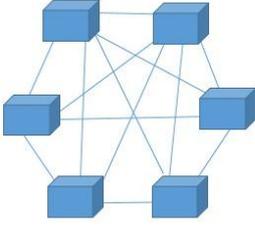
PRINCÍPIOS	DEFINIÇÕES
Banco de dados distribuído	Cada parte de uma <i>blockchain</i> tem acesso ao banco de dados inteiro e seu histórico completo. Nenhuma parte controla individualmente os dados ou as informações, mas pode verificar os registros de seus parceiros de transação diretamente, sem um intermediário.
Transmissão <i>peer-to-peer</i>	A comunicação ocorre diretamente entre os pares, e não por um nó central. Cada nó armazena e envia informações para todos os outros nós.
Transparência com o pseudônimo	Toda transação e seu valor associado são visíveis para qualquer pessoa com acesso ao sistema. Cada nó ou usuário em uma <i>blockchain</i> tem um endereço alfanumérico exclusivo de mais de 30 caracteres que o identifica. Os usuários podem optar por permanecer anônimos ou fornecer prova de sua identidade a outras pessoas. As transações ocorrem entre endereços <i>blockchain</i> .
Irreversibilidade dos registros	Depois que uma transação é inserida no banco de dados e as contas são atualizadas, os registros não podem ser alterados, porque estão vinculados a todos os registros de transação que vieram antes deles (daí o termo ‘cadeia’). Vários algoritmos e abordagens computacionais são implantados para garantir que a gravação no banco de dados seja permanente, ordenada cronologicamente e disponível para todos os usuários da rede.
Lógica computacional	A natureza digital do <i>ledger</i> (dados digitais replicados, compartilhados, sincronizados e distribuídos) significa que as transações de <i>blockchain</i> podem ser vinculadas à lógica computacional e, em essência, programadas. Assim, os usuários podem configurar algoritmos e regras que acionam, automaticamente, as transações entre os nós.

Fonte: adaptado de Roman (2018).

Beck *et al.* (2017) acrescentam que a *blockchain* é uma tecnologia de contabilidade distribuída (DLTs) em forma de banco de dados, que permite o registro simultâneo de operações econômicas entre várias organizações. Para Tian (2018), com essa tecnologia é possível se estabelecer um sistema de informação que não depende da confiança de uma autoridade central, dado que todas as informações dos produtos podem ser armazenadas em um sistema compartilhado e transparente. Por exemplo, por meio de um grande banco de dados e suas redes de negócios, as organizações possibilitam uma gama de informações aos seus fornecedores e clientes, de forma individual ou para a rede como um todo.

Consoante Scott (2017), a informação sobre cada transação realizada é compartilhada e fica disponível para todos os nós da rede, que são anônimos, gerando segurança na confirmação das transações. A tecnologia *blockchain* é dividida em dois grupos de redes: as públicas de acesso aberto (*permissionless*) e as privadas ou de acesso autorizado (*permissioned*). Na Figura 2, expõe-se algumas características dessas redes

Figura 2 - Características das redes *blockchain*

	Privado Permissionado	Público não Permissionado
 Nó validador: valida, inicia ou recebe uma transação.  Nó membro: somente inicia ou recebe uma transação.		
Acesso a rede	Necessidade de autorização	Acesso Aberto
Aspectos legais e regulatórios	Alinhamento para o quadro legal e regulatório	Não considera; Tem regras próprias
Quem são os nós validadores	Grupo pré - selecionado	São anônimos
Potenciais aplicações	Ambientes Corporativos	Aplicações de acesso aberto (Exemplo: os Bitcoins).

Fonte: adaptado de Scott (2017).

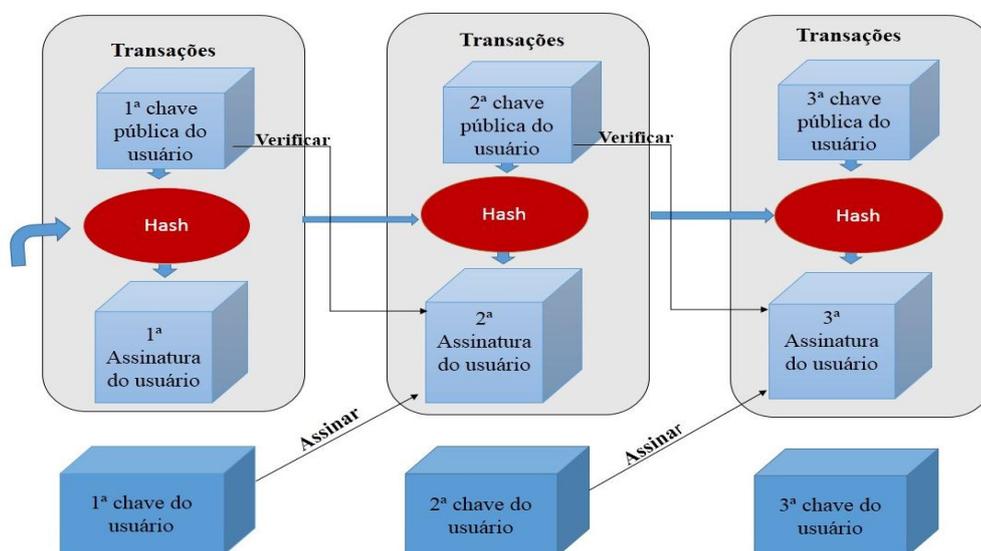
As *blockchains* são programas de computador replicados e executados por todos os nós da rede ou por um conjunto predeterminado de nós denominados validadores. As aplicações baseadas em contratos inteligentes são chamadas de *decentralized applications ou Dapps*. Nas palavras de Green (2018), *blockchain* é uma inovação simples, uma nova maneira de manutenção de registros e um mecanismo que é distribuído entre todos os usuários.

No entanto, terá efeitos sobre a economia mundial, pois os atuais sistemas de gestão de registro estão sujeitos a fraudes e erros humanos e envolvem um monte de papel, além de tomar muito tempo para a realização de processos. Com a *blockchain*, coisas de valor como moeda, informações e contratos são imediatamente gravadas e transferidas com segurança.

2.2 FUNCIONAMENTO DA *BLOCKCHAIN*

Blockchain funciona com um *hash* que é um algoritmo ou código de programação, que, ao ler um conjunto de dados de qualquer proporção, gera outro dado de tamanho preciso, denominado “valor *hash* ou código *hash*”. Este foi introduzido na *criptologia* há 70 anos e é utilizado como uma ferramenta para proteger a autenticidade das informações. Cada vez que um novo bloco é acrescentado é feita a validação do bloco anterior pela adição de seu código *hash* (BADEV, 2014). Na Figura 3, exemplifica-se esses atributos nas transações realizadas na *blockchain*.

Figura 3 - Transações em *Blockchain*



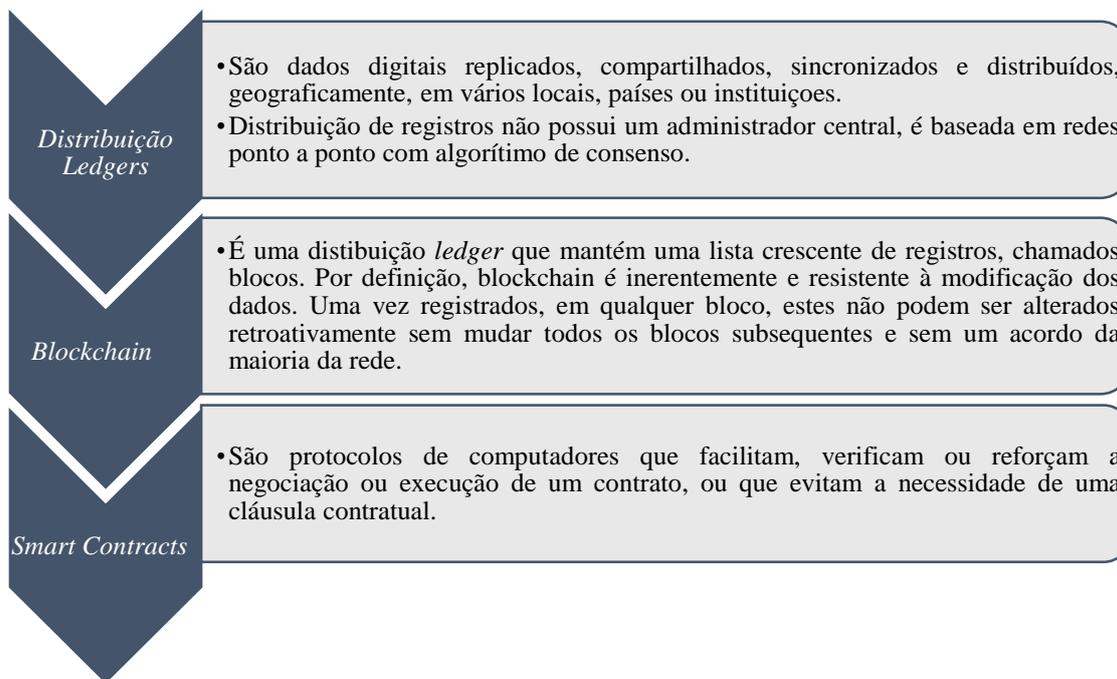
Fonte: adaptado de Nakamoto (2008).

Após a verificação inicial da transação assinada, a equipe de participantes da rede registra a transação na *blockchain*. Evidencia-se que, inicialmente, as transações do grupo são transmitidas para a rede desde o último registro (BADEV, 2014). E quando uma função *hash* é executada sobre um mesmo conjunto de dados, constituirá o mesmo código *hash*. Para tanto, emprega-se esse processo de forma a garantir a autenticidade de determinada informação, ou seja, se algum indivíduo precisar examinar a veracidade de um documento eletrônico salvo na rede, basta operar a função *hash* e identificá-lo sem nenhuma alteração.

Consoante Amaro (2017), a tecnologia *blockchain* é baseada em fundamentos compartilhados das transações (*ledger*), é o acordo para a verificação destas, um contrato que determina suas regras de funcionamento e é criptografada, que é o alicerce de tudo. A Figura 4

exibe um panorama em que os *Smart Contracts* utilizam da *blockchain* para realizar as transações e todas as *blockchains* são *distributed ledges*.

Figura 4 - Os *Smart Contracts* estão dentro das *blockchains* e todas as *blockchains* são *distributed ledges*



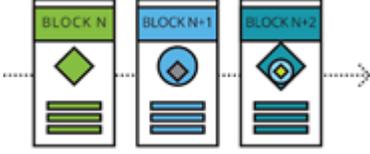
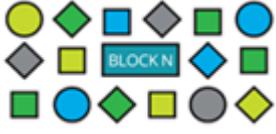
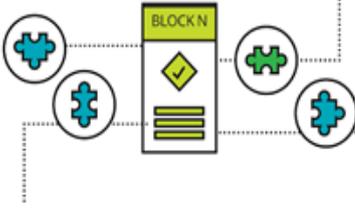
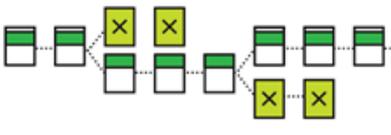
Fonte: elaborada pela autora (2019).

Quando se cria uma rede de negócios, define-se quais as transações e processos serão utilizados como sustentação na *blockchain*. Amaro (2017) destaca como critérios básicos na classificação dos processos elegíveis: extremamente complexos e lentos, de forma que mantenham uma cadeia de validação em variáveis; transações que exijam rastreabilidade e registros únicos inalteráveis; processo de identidade; criação de aumento da relação de confiança entre os membros envolvidos em uma rede de negócios; e novos modelos de negócios.

Dado que, uma vez eleito o processo, inclui-se a *blockchain* como camada de *systems of insight* à camada de estrutura ligada, programa-se na *blockchain* o contrato (regras de negócio aplicadas aos sistemas) chamado de *chaincodes*, no qual se acrescenta os níveis de acesso dos membros da rede às informações contidas no *ledger*. A partir disso, todas as novas transações serão registradas e operadas em concordância com o que foi programado (AMARO, 2017).

Para um melhor entendimento do funcionamento das *blockchains*, apresenta-se, no Quadro 2, as sete etapas de suas transações (DELOITTE, 2018, p. 3).

Quadro 2- Etapas do Funcionamento da *Blockchain*

ETAPAS	DEFINIÇÕES
	<p>TRANSAÇÃO: duas partes trocam dados; isso pode representar dinheiro, contratos, escrituras, registros médicos, detalhes do cliente ou qualquer outro ativo que possa ser descrito em formato digital.</p>
	<p>VERIFICAÇÃO: dependendo dos parâmetros da rede, a transação é verificada instantaneamente ou transcrita em um registro seguro e colocado em uma fila de transações pendentes. Neste caso, nós - os computadores ou servidores na rede - determinam se as transações são válidas com base em um conjunto de regras acordadas pela rede.</p>
	<p>ESTRUTURA: cada bloco é identificado por um <i>hash</i>, um número de 256 <i>bits</i>, que foi criado com o uso de um algoritmo acordado pela rede. Um bloco contém um cabeçalho, uma referência ao <i>hash</i> do bloco anterior e um grupo de transações. A sequência de <i>hashes</i> vinculados cria uma cadeia segura e interdependente.</p>
	<p>VALIDAÇÃO: os blocos devem primeiro ser validados para serem adicionados à <i>blockchain</i>. A forma mais aceita de validação para <i>open-source blockchain</i> é uma prova de trabalho - a solução para um problema matemático, um quebra-cabeça derivado do cabeçalho do bloco.</p>
	<p>MINERAÇÃO DE <i>BLOCKCHAIN</i>: mineradores tentam resolver o bloco fazendo mudanças incrementais para uma variável, até que a solução satisfaça um alvo de toda a rede. Isso é chamado de 'prova de trabalho', porque respostas corretas não podem ser falsificadas; soluções potenciais devem provar que o nível apropriado de poder de computação foi drenado em resolver.</p>
	<p>A CORRENTE: quando um bloco é validado, os mineiros que resolveram o quebra-cabeça são recompensados e ele é distribuído pela rede. Cada nó adiciona o bloco à cadeia maioritária, a <i>blockchain</i> é imutável e aditável na rede.</p>
	<p>DEFESA INTEGRADA: se um minerador malicioso tentar enviar um bloco alterado para a cadeia, a função <i>hash</i> desse bloco e todos os blocos seguintes mudariam. Os outros nós iriam detectar essas mudanças e rejeitariam o bloco da cadeia maioritária, prevenindo a corrupção.</p>

Fonte: adaptado de Deloitte (2018, p. 3).

A *blockchain* comporta um gerenciamento seguro de *ledger* compartilhado, em que as transações são examinadas e armazenadas em uma rede sem a autoridade central governante.

As *blockchains* podem ter diferentes configurações, desde redes públicas de códigos abertos até *blockchains* privadas que exigem permissão explícita para ler e escrever. Salienta-se que a ciência da computação e a matemática avançada, sob a forma de funções *hash* criptografadas, fazem com que as *blockchains* funcionem, não apenas ativando as transações, mas também protegendo as correntes (DELOITTE, 2018).

De acordo com Tian (2018), essa tecnologia permite estabelecer um sistema de informação que não depende da confiança de uma autoridade central, todas as informações dos produtos podem ser armazenadas em um sistema compartilhado e transparente para todos os membros da cadeia. No entanto, é uma tecnologia que grava transações, permanentemente, de maneira que não possam ser apagadas depois, podendo ser somente atualizadas sequencialmente, o que permite manter um rastro histórico sem fim.

2.3 UTILIDADE DA *BLOCKCHAIN*

Inicialmente, a ideia das *blockchains* era fazer uma *Criptomoeda*, com uma aplicação distribuída. O *Bitcoin*, criado por Satoshi Nakamoto em 2008, é um sistema de dinheiro eletrônico utilizado de pessoa para pessoa para pagamentos *on-line*, sem passar por uma instituição financeira, é a primeira aplicação envolvendo *blockchain* e a mais conhecida até os dias de hoje. Com o desenvolvimento da tecnologia de rede, o pagamento *on-line* passou a ser um importante meio de negociação, principalmente nas instituições financeiras, nas quais a maioria dos métodos de pagamentos que existe é fundamentada na confiança com as instituições e com o *software* (FU *et al.*, 2017).

Green (2018) afirma que nas *bitcoins* a *blockchain* foi conceituada como um livro distribuído, no qual a necessidade de um terceiro para fornecer confiança é eliminada, esta é fornecida por meio de prova de criptografia, o que garante que as transações sejam autenticadas. Szabo (1994, p. 1) definiu contrato inteligente “[...] como um protocolo de transação computadorizado que executa os termos de um contrato”. Esse autor recomendou que as cláusulas dos contratos poderiam ser transferidas para um código, diminuindo a necessidade de intermediários nas transações entre as partes. Dessa forma, trata-se de um *script* armazenado em uma *blockchain* e tem um endereço único (está em um bloco com um *hash* que o identifica).

Conforme Swan (2015), *blockchain* é uma tecnologia com potencial extremamente disruptivo, com capacidade de reconfigurar todos os aspectos da sociedade e suas operações. Por esta razão, ela propõe três categorias:

1. *blockchain* 1.0: são moedas digitais marcadas pelo surgimento da tecnologia e pelas *Criptomoedas* virtuais;
2. *blockchain* 2.0: são contratos inteligentes que englobam todas as áreas financeiras e econômicas, como: empréstimos, títulos, hipotecas, ações, títulos futuros e propriedade elegante; e
3. *blockchain* 3.0: são as aplicações eficientes, além das *Criptomoedas* em economia, mercados, ciências de forma geral e áreas governamentais.

A tecnologia *blockchain* pode se tornar a *Internet* do dinheiro conectando as finanças da mesma forma que a IoT conecta as máquinas. A primeira categoria foi importantíssima para criação do conceito de *Criptomoedas* virtuais, sendo essa a forma que atualmente são realizadas as transações pela *internet* (SWAN, 2015). Para Deloitte (2018), existem três níveis de utilização de *blockchain*:

1. armazenamento de registros digitais: para armazenar identidades digitais de indivíduos, organizações, bens, títulos, direitos de voto e tudo o que pode ser representado digitalmente;
2. troca de ativos digitais: executa transações *peer-to-peer*, sem intermediários de terceiros confiáveis, reduzindo o tempo de compensação e liquidação e os custos relacionados; e
3. recordação e execução de contratos inteligentes: são códigos digitais que permitem a execução automática de ações especificadas, alicerçadas nas condições contratuais com validades para todas as partes.

Para Green (2018), os contratos inteligentes podem executar transações comerciais recorrentes e têm potencial para ajudar a reduzir padrões contratuais. Eles são gravados em uma *blockchain* e são imutáveis, e um código de alta qualidade é necessário para evitar erros e fraudes. A *blockchain* é capaz de armazenar e rastrear qualquer coisa de valor, como dados e informações pessoais, certificações e outros itens não-monetários e tem como consequência a expansão dessas aplicações de forma significativa, gerando interesses para explorar seus efeitos sobre diferentes moedas e serviços.

Munsing *et al.* (2017) apontam que a *blockchain* poderá transformar o mundo dos negócios, a realidade dos mercados e o dia a dia das pessoas. Atualmente, as aplicações de *blockchain* vão além das *Criptomoedas*, uma vez que está sendo explorada em outros setores, principalmente no mercado financeiro. Porém, quando empregada nas *Criptomoedas*, ela utiliza

o protocolo e o *software Bitcoins* que são publicados abertamente e estão disponíveis para qualquer desenvolvedor revisar ou fazer a sua própria versão modificada, utilizando os mesmos *softwares* que os fornecedores de carteira eletrônica e de processamento de pagamentos entre mineradores, empresas de seguros, dentre outros (MUNSING *et al.*, 2017).

Para Sheng *et al.* (2018), o setor financeiro é o que mais tem investido na tecnologia *blockchain*, com mais de 90 bancos discutindo a aplicação da tecnologia e seus impactos no arcabouço legal regulatório. Espera-se que com o uso dessa tecnologia sejam gerados benefícios como: simplificações da operação, diminuição de custo operacional, menor número de intermediários, diminuição de custo propiciando redução da tensão entre os reguladores, mitigação de fraudes e ofertas de novos serviços.

No setor financeiro, a tecnologia *blockchain* compreende pagamentos internacionais e liquidação, instrumento de dados, identificação do cliente e antifraude, lavagem de dinheiro e transações de ativos mobiliários. Ela tem sido utilizada em diferentes campos, como a contabilidade e o *e-commerce*. As vantagens da contabilidade distribuída em *blockchain* é que os documentos contábeis são mais creditáveis, já que sua modificação é impossível de acontecer. *Blockchain* similarmente pode ser empregada na resolução de crédito no comércio internacional e para a circulação de documentos mediante contratos inteligentes (SHENG *et al.*, 2018).

Tapscott e Tapscott (2017) avultam que as instituições financeiras estão testando provas de conceito já usando a DLTs. Conforme esses autores, o interesse de muitas empresas em DLTs emana das oportunidades de reduzir custos, já que pagamentos digitais ainda são relativamente lentos e caros. Tripoli e Schmidhuber (2018) apontam que a *blockchain* é usufruída por instituições financeiras para facilitar pagamentos de remessas instantâneas, uma solução de pagamentos integrados para aumentar a liquidez em títulos privados e pagamentos globais, usando DLTs. Por isso, ela pode ser aplicada no financiamento agrícola, pois as DLTs têm o potencial de proporcionar uma maior inclusão financeira das micro, pequenas e médias empresas e em países de baixa renda, permitindo que os atores da cadeia produtiva agrícola invistam mais em seus negócios.

Algumas empresas estão utilizando DLTs para implantação de produtos de seguros agrícolas. Com sede na Suíça, a empresa *Etherisc Blockchain Startup* está construindo uma plataforma que utiliza DLTs para trazer o seguro agrícola aos países em desenvolvimento, principalmente, à África. Recentemente, uma rede de seguros, *Aigang* e *Skyph*, fez uma parceria

para desenvolver um seguro agrícola utilizando *Hardware Zangão*, *software GIS*, *blockchain* e contratos inteligentes (TRIPOLI; SCHMIDHUBER, 2018).

Países desenvolvidos como Reino Unido, Estados Unidos da América (EUA) e Japão estão dando atenção especial ao desenvolvimento de *blockchain*, ao explorarem sua aplicação em diversos campos. A China, a Rússia, a Índia, a África do Sul, entre outros países têm iniciado pesquisas em tecnologia *blockchain*. No Brasil, o Banco Central (BC) divulgou a Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER) em *blockchain*, para troca de dados com órgãos reguladores do sistema financeiro.

A PIER facilita a troca de dados entre BC e órgãos como a Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e a Superintendência Nacional de Previdência Complementar (PREVIC). Primeiramente, ela será utilizada para troca de dados referentes aos processos de autorização de uma instituição financeira, a qual compreende o intercâmbio de informações sobre processos punitivos de atuação de administradores no Sistema Financeiro Nacional (SFN) e de controle societário das entidades reguladas pelo BC (2018).

Outra iniciativa de utilização da *blockchain* pelo setor bancário está sendo desenvolvida em conjunto com Banco do Brasil (BB), Caixa Econômica Federal (CEF), Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil (SICOOB), (Banco do Estado do Rio Grande do Sul (BANRISUL) e Grupo Santander. Trata-se de um serviço de transferência baseado em *blockchain*, chamado Sistema Financeiro Digital (SFD) que funciona 24h por dia, no qual os correntistas poderão fazer transferências seguras entre pessoas, apenas selecionando o contato da agenda telefônica do celular, um serviço P2P sem passar pela custódia de uma terceira parte (CATARINO BRASILEIRO, 2018).

Logo, a *blockchain* fornecerá um seguro imutável, transparente e quase instantâneo em uma transação entre duas ou mais partes, sendo que a necessidade de um terceiro é eliminada e constitui um único livro de verdade imutável que é capaz de ser visto por todas as partes relevantes, sem ser alterada por ninguém. Neste contexto, *blockchain* foi rapidamente aceita pelas organizações mais conceituadas do mundo, incluindo empresas de tecnologia, como a *International Business Machines Corporation* (IBM), Apple e instituições financeiras, como *Morgan Motor Company*, *Industrial and Commercial Bank of China Limited* (ICBC), *Welles*, *Farg* e *Bank of América*.

Referentemente à saúde, a *blockchain* poderá ser utilizada em convênios e em registros médicos eletrônicos, em banco de doenças, históricos de pacientes e contratos como planos de

saúde. Manav (2017) afirma que nesta área é preciso ter sistemas mais eficientes e seguros no gerenciamento dos registros médicos. Nos dias de hoje, os registros são mantidos em um centro de dados e o acesso é limitado a redes de provedores das redes hospitalares, o que faz com que a centralidade dessas informações seja vulnerável à violação. Em concordância com Mougayar (2017, p. 123), *blockchain* poderá contribuir na área da saúde como:

- a) uma combinação de processos com multiassinatura e QR *codes*, podendo dar acesso específico aos registros médicos ou parte deles a profissionais de saúde autorizados;
- b) compartilhar dados de pacientes de maneira agregada, mantendo-os anônimos para garantir sua privacidade, auxiliando em pesquisa e em comparação de casos similares;
- c) relacionar e cronometrar procedimentos ou ocorrências médicas para reduzir fraude de convênios e facilitar a verificação da conformidade dos serviços prestados;
- d) registrar a manutenção de partes críticas de equipamentos médicos, como um *scanner* de ressonância magnética, fornecendo um rastro aditável e permanente;
- e) verificar a procedência de medicamentos para eliminar a manufatura ilegal de drogas; e
- f) *casecoins*: originar *altcoins* específicos que criam mercado de *criptomoedas* para a resolução de uma doença específica, como a *FoldingCoin*, um projeto no qual os participantes compartilham seu poder de processamento para ajudar na cura de uma doença e recebem um *token* ativo.

Na *blockchain*, tem-se o histórico médico completo, com informações precisas para cada paciente, com o controle dos pacientes, médicos, reguladores, hospitais e seguradoras. Assim, ela possibilita um mecanismo para gravar e manter todos os dados, proporcionando melhor eficiência na resolução dos sinistros de seguros, na prescrição de medicamentos, na redução de tempo, etc. (GUPTA, 2017).

No que tange ao setor público, alguns governos estão implementando *blockchain* como livros contábeis distribuídos para modificar as formas como as informações são armazenadas e como as transações ocorrem, tencionando alcançar velocidade e segurança, diminuir os erros, eliminar pontos centrais de ataques e falhas e ter menos custo. Governos do Reino Unido, EUA, Nova Zelândia, Holanda, Israel, Dubai e Estônia possuem investimentos em aplicações da *blockchain* no setor público. Mas os dois últimos têm se destacado em projetos sobre a aplicação e o uso dessa tecnologia (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

A Estônia é um dos países que mais tem investido em tecnologia no setor público nos últimos anos, provendo serviços públicos disponíveis em meio digital. Informações no site de seu Governo mostram que 99% dos serviços públicos estão acessíveis *on-line* 24 horas por dia, sete dias por semana. Trata-se de um ecossistema digital seguro, conveniente e flexível, com um nível sem precedentes de transparência no governo, com ampla confiança em sua sociedade digital, resultando em eficiência nos serviços (HERNANDEZ, 2017).

Um dos cases de maior sucesso no uso da tecnologia *blockchain* pela Estônia é o seu uso, que está em fase de teste, na infraestrutura de saúde digital. Em 2011, o país e a *Guardtime*, empresa de segurança da informação, desenvolveram uma plataforma de assistência médica baseada na tecnologia *blockchain*, a qual permite que os seus cidadãos, os prestadores de cuidados de saúde ou as companhias de seguros, caso necessitem, recuperem todas as informações sobre os tratamentos médicos realizados. Como os dados são armazenados utilizando o *Guardtime Blockchain*, a Estônia provou, com essa plataforma, que tem uma infraestrutura completa de saúde pública que pode ser operacionalizada utilizando a tecnologia (METTLER, 2016).

Penning (2017) aponta que a Holanda é um dos cinco principais países do mundo que se destaca em economias digitais e tem investido cada vez mais em tecnologia. Uma das grandes apostas tecnológicas do Governo holandês é a tecnologia *blockchain*, considerada uma fonte de confiança e segurança para cidadãos, sociedade e organizações de vários segmentos. Verificando o potencial da tecnologia, o Ministério Holandês de Assuntos Econômicos criou a *Dutch Blockchain Coalition*, uma iniciativa público-privada que busca estimular a implantação em grande escala da tecnologia *blockchain* no país.

A *Dutch Blockchain Coalition* estabeleceu a *Dutch Blockchain Action*, a agenda de desenvolvimento da tecnologia na Holanda. Ela se concentra em três linhas de ação: identificação digital, que diz respeito à identificação de pessoas jurídicas e objetos; condições para o uso da tecnologia *blockchain*, que prediz a criação de suporte e conscientização sobre o uso da tecnologia *blockchain*, pois em uma aplicação de larga escala é necessário suporte político, administrativo, legal, econômico e social; e a capacitação para o desenvolvimento e uso da tecnologia, que determina que será realizado um esforço para disseminar o conhecimento sobre ela (PENNING, 2017).

No Brasil, os investimentos na tecnologia *blockchain* no setor público e em diversos outros setores ainda são iniciais e existem poucos eventos e discussões sobre a temática. Um deles ocorreu em agosto de 2017, quando a Comissão de Fiscalização Financeira e Controle da

Câmara dos Deputados realizou uma audiência para discutir a possibilidade de uso da tecnologia para controlar as contas públicas (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2017). Outro evento foi a Conferência *Blockchain: Criptomoedas e Segurança em IoT*, organizada pela Secretaria de Tecnologia da Informação e Comunicação do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (SETIC/MP), em setembro de 2017 (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2017).

Para Tripoli e Schmidhuber (2018), uma das aplicações mais promissoras da *blockchain* está em sua capacidade de rastrear toda a cadeia de abastecimento, desde a produção, transporte, fabricação e venda por atacado, até o varejo. Questões de segurança alimentar têm se tornado um problema de destaque no mundo todo e vêm despertando mais atenção do público por causa de escândalos envolvendo a indústria alimentícia. Há pouco tempo, organizações como a IBM e *Walmart*, juntamente com o varejista chinês JD e com a universidade de *Tsinghua*, têm trabalhado em conjunto para uma maior adoção da tecnologia *blockchain* em cadeia produtiva.

Outra grande possibilidade de aplicação da *blockchain* é no registro de terras, uma vez que o histórico de transações imutável e rastreável protege agricultores e proprietários de terras contra a corrupção e a fraude, resolvendo disputas futuras, já que a terra é registrada. Isso restaura a confiança, pois os proprietários terão acesso aos títulos de terras formais e poderão usá-las como garantia para obtenção de crédito nas instituições financeiras. Pelo fato de ainda existir desafios para o acesso e a manutenção dos direitos de propriedade em todo o mundo, estima-se que 70% das pessoas não possuem acesso à titulação de terras (TRIPOLI; SCHMIDHUBER, 2018).

Conforme Sylvester (2019), muitos países já estão implementando projetos para registro de terras utilizando *blockchain*. O Programa das Nações Unidas (UNDP), na Índia, por exemplo, está trabalhando em conjunto com parceiros para fazer cadastros mais confiáveis, o projeto irá capturar e gravar cada transação da venda do imóvel. Na República da Geórgia, há outro projeto em teste para validar transações governamentais relacionadas a propriedades. O projeto piloto do governo Sueco trata de registro de terras usando *blockchain*, pois o sistema fornece um modo seguro para deter os documentos originais, em formato digital, o que poderá reduzir centenas de milhões de dólares de despesas dos cofres públicos (SYLVESTER, 2019).

No setor da agricultura, *blockchain* tem o potencial de ser usada por agricultores no monitoramento ambiental, quando empregada com tecnologias de agricultura de precisão. Uma vez que informações armazenadas na *blockchain* podem ser feitas de forma segura, privada e imutável, ela servirá como a ferramenta perfeita para coleta, armazenamento e

compartilhamento de indicadores de desempenho ambiental. Por meio dela se pode identificar que tipo de fertilizante foi usado em determinada produção, permitindo que essa informação seja acessível a varejistas, auditores, governos, entre outros interessados na cadeia de abastecimento, que a usarão para monitorar e verificar o desempenho ambiental (JANSSEN *et al.*, 2017).

A integração da tecnologia *blockchain* à agricultura de precisão permitirá uma fonte confiável de informações. Isso ajudará governos e grandes empresas de alimentos a controlar e averiguar o impacto ambiental causado pelos agricultores envolvidos em seus programas de sustentabilidade. E oferecerá aos agricultores uma nova maneira de participar desses programas, sem o custo e o tempo gastos com papel, monitoramento e auditoria de suas práticas (JANSSEN *et al.*, 2017).

Lin *et al.* (2017) acrescentam que a *blockchain* será testada na gestão ambiental, monitorando dados essenciais, assim como o gerenciamento de ambientes agrícolas e controle para segurança alimentar. De acordo com esses autores, um sistema modelo de rede *blockchain* na agricultura e tecnologias da informação e comunicação (TIC) estão sendo implementados em escala local e regional, o que pode aumentar a eficiência econômica, reduzir riscos e incertezas, mediante um desenvolvimento agrícola sustentável.

Na Índia, a *blockchain* terá a possibilidade de ser utilizada para agilizar a distribuição de pagamento dos subsídios de fertilizante aos agricultores, sem a necessidade de documentos, de múltiplas verificações e autorizações com papéis passando por vários escritórios (SYLVESTER, 2019). A tecnologia *blockchain* pode garantir a qualidade do grão mediante a rastreabilidade em tempo real. Conforme análise preliminar do estudo de Percival *et al.* (2018), conclui-se que a certificação de qualidade baseada em *blockchain* pode aumentar a exportação de grãos em 15% no contexto brasileiro.

A *Blockchain* tem a capacidade de rastrear um produto alimentar em segundos, ao invés de dias, e tem grande alcance nas implicações da segurança alimentar. Conhecer a origem do produto permitirá que os reguladores de segurança alimentar consigam identificar um produto contaminado em poucas horas. Nesse sentido, Dubai anunciou planos para digitalizar a segurança alimentar com um projeto que se concentrará primeiro em alimentos de alto risco, com a intenção de gravar todos os produtos alimentares em uma *blockchain* pública (RESHMA, 2018).

Wang *et al.* (2019) afirmam que no setor de energia a *blockchain* está em fase de teste para gerar confiança entre os governos, usuários e empresas de energia. Para resolver problemas

de confiança, são utilizados contratos inteligentes para o desenvolvimento de um sistema de distribuição de energia. O contrato é um protocolo de computador inteligente destinado a se espalhar digitalmente, com a intenção de verificar ou fazer cumprir a negociação.

Cita-se como exemplo os usuários que participam especificamente no sistema do consumidor com um mediador inteligente associado a ele. O sistema de negociação fornece assessores robôs para avisar aos usuários sobre os esquemas de preferências mais adequadas para maximizar os lucros, constituindo um mercado de energia privada, descentralizada e gratuita.

O desenvolvimento do comércio de energia fundamentada em *blockchain* tem evoluído e está amadurecendo gradualmente. Experiências têm mostrado que a arquitetura do sistema distribuído é empregada por *blockchain* e pode trazer maior flexibilidade e melhor desempenho para o mercado de comercialização de energia. Tendo como forma mais comum de aplicação da tecnologia *blockchain* no comércio de energia, a estrutura do sistema é a que desempenha um papel importante no armazenamento de dados das transações e garante a segurança (WANG *et al.*, 2019).

Iniciativas como os serviços de monitoramento (*Web* energia) estão trabalhando em um *open-source*, plataforma *blockchain* escalável que irá fornecer uma infraestrutura digital para soluções de energia. *Ledger* é uma criptomoeda de energia – *trang*, plataforma fundamentada em *blockchain* australiano que permite a venda descentralizada de compra de energia renovável (SYLVESTER, 2019).

Outra aplicação em teste com uso da *blockchain* é na silvicultura. Uma empresa chamada *Hangzhou Yi Shu Blockchain Technology Co, Ltd*, chinesa, pretende usar a tecnologia para o desenvolvimento econômico nessa área e na redução da pobreza rural. O Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação Espanhol também pretende aplicá-la para desenvolver a indústria florestal. O grupo *Chain Wood* tem a intenção de melhorar a rastreabilidade e a eficiência do fornecimento de madeira na Espanha implementando-a na logística da indústria. O grupo desenvolverá um *software* com base na nuvem que melhorará a transparência dos seguintes processos florestais: criação de madeira maciça, de desintegração, de pasta de celulose e de biomassa (SYLVESTER 2019).

De acordo com Penning (2017), a *blockchain* proporcionará inúmeras possibilidades para novos processos sociais, podendo gerar economia compartilhada, aumentar a transparência, facilitar o fornecimento de informações das pegadas de carbono e origem dos materiais, reforçar a autonomia e a privacidade dos cidadãos, aumentar a segurança cibernética

e renovar a forma de planejamento e controle do negócios. Acredita-se que, com o uso da *blockchain*, poderá se alcançar uma economia mais eficiente, segura e compatível.

Assim, *blockchain* serve para inúmeros modelos de negócios e pode ser utilizada de diversas maneiras com outras tecnologias já existentes. Ela facilita a criação de redes descentralizadas, permite aos participantes a troca de dados e serve como uma camada de controle de acesso. A tecnologia *blockchain* pode atuar como um livro-razão público que imutavelmente armazena registros de transações, uma vez que esta propriedade poderá ser aproveitada para implementar o gerenciamento transparente que incentiva o compartilhamento de informações dentro das redes de negócios, os quais não perdem a individualidade do registro das transações, mas afetarão governos e organizações nas suas operações de atividades diárias.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, apresenta-se as etapas e as técnicas utilizadas para alcançar o objetivo desta pesquisa. Destaca-se que este estudo é exploratório, caracteriza-se como quali-quantitativo e tem por finalidade apresentar e detalhar os procedimentos e a estrutura da pesquisa realizada. Deste modo, evidencia-se o tipo de pesquisa, como foram realizadas a coleta e as análises dos dados, bem como os resultados encontrados.

Para Gil (2008), pesquisas exploratórias tendem a aproximar o estudo científico do problema a ser pesquisado. Vergara (2009) afirma que a pesquisa exploratória é pertinente quando existe pouco conhecimento na área pesquisada. Para solucionar a questão deste estudo, a metodologia foi dividida em três etapas: no que diz respeito ao primeiro objetivo específico, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com base nos artigos indexados nas bases de dados *Elsevier's Scopus e Web of Science (WoS)*; e, com relação ao segundo e ao terceiro objetivos específicos, fez-se um *'text mining'* dos artigos previamente selecionados. Foram aplicadas entrevistas com especialistas envolvidos em projetos relacionados com a tecnologia *blockchain*.

3.1 ETAPA 1- REVISÃO SISTEMÁTICA

Na revisão sistemática, buscou-se artigos científicos nas plataformas *Elsevier's Scopus e WoS*, no dia cinco de julho de 2019, sem restrição de data de publicação. Foram selecionados estudos relevantes e de qualidade, considerando a seleção dos bancos de dados e o fato de eles incluírem o topo da ciência, apresentando uma amplitude de revistas e anais de conferências indexados em ambas as plataformas.

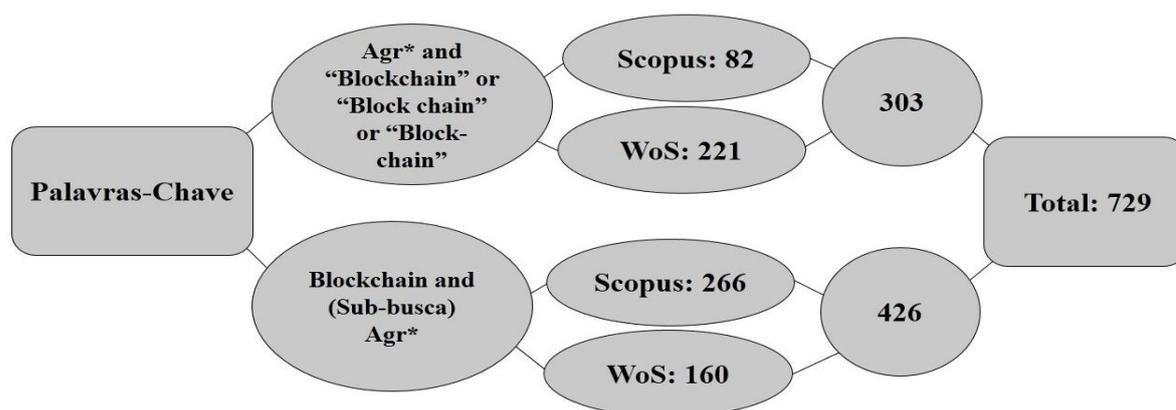
Realizou-se uma revisão bibliométrica, com análise sistemática do conteúdo dos artigos, seguindo o protocolo Prisma. Araújo (2006) configura a bibliometria como uma técnica quantitativa e estatística de medição de índices de produção de forma sistematizada, contribuindo com a temática no meio acadêmico, caracterizando-se por medir a influência dos periódicos, dos pesquisadores e suas tendências. O protocolo Prisma auxilia os pesquisadores a melhorar o relato das revisões sistemáticas ou meta-análises, já que tem como base uma pergunta objetiva, utiliza métodos detalhados e compreensíveis e permite identificar, selecionar e avaliar de forma crítica as pesquisas mais relevantes sobre o assunto pesquisado (MOHER *et al.*, 2015).

A revisão sistemática é apresentada nas seguintes etapas: formular a pergunta de pesquisa; definir critérios de inclusão ou exclusão; selecionar e avaliar a qualidade da literatura incluída no estudo; e analisar, sintetizar e divulgar os resultados (CRONIN *et al.*, 2008). Essa escolha se deu devido à sua confiabilidade acrescida do rigor metodológico necessário para desenvolvê-la. Do mesmo modo, sua abrangência permite uma análise geral do conteúdo estudado e consente em uma estruturação clara das informações encontradas (TRANFIELD *et al.*, 2003). A análise segue com duas fases de procedimentos operacionais:

A) **primeira fase:** definiu-se as bases de dados da pesquisa para a busca dos artigos, utilizando-se a *Elsevier's Scopus* e a *WoS*. Recorreu-se a dois sistemas de busca, tencionando identificar um número maior de estudos e apresentar resultados discrepantes na quantidade de documentos. Inseriu-se as palavras-chave, em idioma inglês, no mecanismo de busca: no título, no resumo e nas palavras-chave, escolhendo o tipo de documento “artigo”.

Iniciou-se utilizando os seguintes termos (*Agr** and “*Blockchain*” or “*Block chain*” or “*Block-chain*”), retornando 82 artigos na *Scopus* e 221 na *WoS*, o que resultou em um total de 303 estudos. Em um segundo momento, realizou-se a busca com a palavra “*Blockchain*” e uma sub-busca, inserindo a palavra “*Agr**”, foram encontrados 266 estudos na *Scopus* e 160 na *WoS*, identificando um total de 426 artigos, conforme exposto na Figura 5.

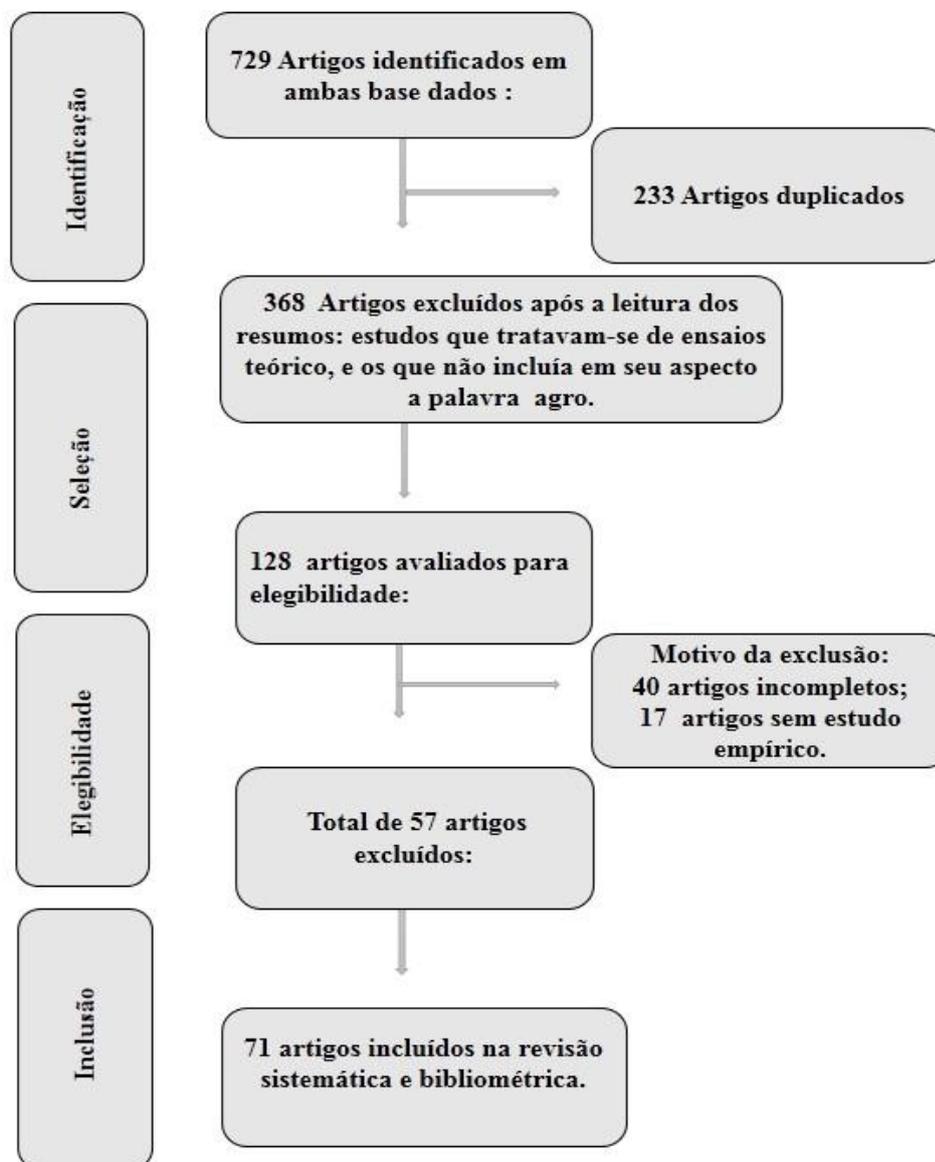
Figura 5 - Busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*



Fonte: elaborada pela autora (2020).

Ao concluir esse procedimento, foram encontrados 729 artigos. Na sequência, aplicou-se a metodologia do protocolo Prisma, conforme exposto na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma de identificação e seleção dos artigos para a revisão bibliométrica e sistemática



Fonte: elaborada pela autora (2020).

Nota-se que, na Figura 6, dos 729 artigos encontrados na pesquisa, apenas 71 atenderam às quatro etapas do fluxograma: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. Eliminou-se os artigos que não tinham como objetivo de estudo o agronegócio, os que não disponibilizaram o seu texto completo na *web* e os que tratavam de ensaios teóricos, trabalhos bibliométricos, revisão sistemática e análise da literatura. Porém, os artigos excluídos contribuíram para uma melhor compressão da pesquisadora sobre a temática em estudo, uma vez que se tratavam de revisões sobre a tecnologia *blockchain*. Deste modo, durante esta etapa, exigiu-se que o tema

central para a inclusão do artigo fosse *blockchain* e o agronegócio, sendo selecionados artigos que abordavam aplicações da *blockchain* em algum segmento do agronegócio.

B) **segunda fase:** definiu-se os principais indicadores bibliométricos: evoluções cronológicas, áreas do conhecimento, números de publicações por país, instituições que publicaram sobre a temática e principais autores e nuvem de palavras. E os assuntos mais importantes da revisão sistemática: objetivos, procedimentos metodológicos, segmentos de estudo, tipos de aplicação e países de realização do estudo. A análise e a discussão dos resultados foram desenvolvidas por meio de uma análise quali-quantitativa, fazendo-se uma revisão sistemática dos artigos que iniciou com a releitura de cada um deles, extraindo fragmentos de seus estudos.

3.2 ETAPA 2- *TEXT MINING*

Nesta etapa, utilizou-se técnicas de mineração de texto, o *Text Mining*, que é um processo de descoberta de conhecimento que consiste em analisar e extrair dados de textos não estruturados (ROMERO; VENTURA, 2010; ZAFRA; ZENG *et al.*, 2012). Envolve a aplicação de algoritmos computacionais que processam textos e extraem informações importantes, as quais não poderiam ser recuperadas com métodos habituais de investigação (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007). Essa mineração envolveu a recuperação de informações, a análise textual e a extração de informações de estudos científicos. Primeiramente, foram selecionados 68 dos 71 artigos elegidos na primeira etapa desta pesquisa, que foram salvos em “TXT.RAR” e utilizados na íntegra. Excluiu-se três deles por não estarem no idioma inglês.

Em um segundo momento, foi realizado o preparo dos textos, empregando-se o *software* R 3.6.1, (2019), para limpeza e tratamento dos dados. Retirou-se os caracteres especiais, pontuações, números, excluindo “*stopwords*” (palavras sem valor para a análise, como “*the*”, “*of*”, “*but*”, entre outras). No terceiro momento, a fim de identificar os termos mais utilizados na literatura, a mineração de texto foi realizada nos artigos selecionados, seguindo critérios e restituído os seguintes valores de parâmetros para cada um dos termos que se encontram nos estudos:

(i) frequência (número de vezes que ocorreu um termo) - foi calculada a frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos, limitando-se a apresentar, no corpo do trabalho, as palavras com frequência maior ou igual a 1.000. Verificou-se os vocábulos mais associados ao termo “*blockchain*”, indicando a correlação maior ou igual 0,6 de cada termo com a *blockchain*;

(ii) exibição por cento (percentagem relativa da frequência de termos e o número total de palavras no documento);

(iii) por cento dos casos (percentagem de casos em que ocorreu o termo);

(iv) foram representados os bigramas com frequência maior ou igual a 100; e

(v) foram calculados os bigramas e seus respectivos TF_IDF, sendo representados os bigramas com TF_IDF maior ou igual a 0,05. O valor TF-IDF é uma medida estatística que indica a importância que uma palavra em um documento tem em relação a uma coleção de documentos, sendo frequentemente utilizada como fator de ponderação na recuperação de informações e na mineração de dados.

Elaborou-se um gráfico com a rede de palavras dos bigramas (*network*), com frequências maiores de 50, que permite a visualização de todos os relacionamentos entre palavras, simultaneamente. Para o agrupamento de palavras (*cluster*) dos artigos analisados, utilizou-se a matriz de termos com seus vocábulos mais frequentes.

Para eliminação das palavras menos frequentes, fez-se uso da função chamada ‘*sparse*’, mantendo uma esparsidade máxima de 0,15. Após, foi calculada a matriz de distâncias entre as palavras e, com a aplicação do método de *Ward*, foram feitos os *cluster*, que foram agrupados em oito grupos, tendo em cada um as palavras mais próximas (MAECHLER *et al.*, 2019).

3.3 ETAPA 3 - ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS

Esta etapa de natureza qualitativa, por se tratar de uma pesquisa que busca a compreensão dos fatos. Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p.26) salientam que a pesquisa qualitativa “[...] não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave”. Para a coleta de dados, utilizou-se entrevista semiestruturada com conhecedores e especialistas em tecnologia *blockchain*.

Para Marconi e Lakatos (2011, p. 279), entrevista semiestruturada é “[...] quando o entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente a questão em estudo”. Utilizou-se de um roteiro de entrevista semiestruturado, elaborado com base na revisão da literatura e na revisão sistemática, buscando identificar as vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia *blockchain* nos segmentos do agronegócio, identificando os desafios e oportunidades da tecnologia no agronegócio. Para tanto, os respondentes precisavam entender tanto da tecnologia quanto de sua estrutura.

A tecnologia *blockchain* está em seu estágio inicial no Brasil, e a existência de especialistas na temática e de empresas do segmento do agronegócio que utilizam essa tecnologia ainda é restrita. Diante disso, especialistas brasileiros foram escolhidos por serem desbravadores em suas áreas de especialização na pesquisa sobre *blockchain*, em função da acessibilidade, entre eles: gestores, coordenadores, desenvolvedores e participantes que tenham conhecimento de negócio e de programação/estrutura da tecnologia.

Na aplicação do roteiro de entrevista, foram selecionados respondentes das empresas: IBM, *Hub de Inovação (ParkHub)*, *ONE Percent Software Innovation Studio*, Instituto Colaborativo de *Blockchain (ICoLab)* e *Satisfied Vagabonds*, todas envolvidas com implementação e desenvolvimento de *blockchain*. Foram selecionados, igualmente, especialistas pesquisadores que estão desenvolvendo estudos científicos sobre a temática em estudo. No Quadro 3, exibe-se o perfil dos especialistas entrevistados, como: formação, área e local de atuação. As entrevistas foram realizadas com dez especialistas, seis pessoalmente e quatro via *web* conferência (*Skype*).

Quadro 3- Perfil dos entrevistados

Especialistas	Formação	Área de Atuação	Local de Atuação
Especialista 1	Engenheiro Elétrico, Mestre e Doutor em Computação.	Rede de Computadores e Segurança.	UFRGS, Instituto de Informática e Programa de Pós-Graduação em Computação.
Especialista 2	Economista, Especialista em Gestão de Risco, Comércio Exterior e Negócios Internacionais, Energia Alternativa, Mestre em Gestão de Empresas.	Apoio Multidisciplinar ao grupo formado por diferentes especialistas.	ICoLab.
Especialista 3	Contador, Mestre e Doutor em Administração, ênfase em Gestão de Sistemas e Tecnologia da Informação.	Contabilidade e Sistema de Informação.	UFRGS, Departamento de Contabilidade.
Especialista 4	Economista e Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente.	Economia Aplicada.	Universidade Federal do Paraná, Departamento de Economia.
Especialista 5	Advogado, Mestre em Direito e Doutorando em Direito.	Direito Internacional Público, Direito Internacional Econômico, Direito Penal Econômico, Direito Penal Internacional.	Advogado em Porto Alegre e Rio de Janeiro, Professor de Direito Penal e Direito Internacional da Ulbra e Programa de Pós Graduação Lato Sensu da UniRitter na Área de Direito Penal e Processo Penal.
Especialista 6	Bacharel, Mestre Matemática Computacional e Doutorando em Ciência da Computação.	Pesquisador de <i>Blockchain</i> .	Laboratório da IBM em São Paulo.
Especialista 7	Graduado em Processamento de Dados, Mestrado em Informática Aplicada.	Empreendedor de Inovação e Tecnologia.	<i>Park Hub e ONE Percent Software Innovation Studio</i> , no RS e Brasil.
Especialista 8	Contador, Mestre e Doutor em Administração, ênfase em Sistema de Informações e Apoio à Decisão.	Custos e Pesquisa em Sistemas de Informações Gerenciais.	UFRGS, Escola de Administração e Faculdade de Economia
Especialista 9	Administrador, Mestre e Doutor em Administração.	Transformação Digital, Mobilidade Empresarial, Criptomoedas e Blockchain.	UNISINOS, UniRitter, UFRGS, Feevale, ICoLab e <i>ONE Percent Software Innovation Studio</i> .
Especialista 10	Ecólogo, Mestre em Engenharia Civil (Recursos Hídricos), Doutor em Economia, Pós-doutor em Design de Criptomoedas e Sistemas Econômicos Alternativos para Regeneração do Planeta.	Professor Colaborador do Instituto de Economia da Unicamp e Empreendedor.	Unicamp, Brasil e Co-Founder na <i>Satisfied Vagabonds</i> , Costa Rica.

Fonte: elaborada pela autora (2020).

As entrevistas foram realizadas nos meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2020, tendo duração média de 50 minutos. Foram gravadas (com a permissão dos entrevistados) e, posteriormente, transcritas em um editor de texto para, na sequência, serem analisadas. Considerando a finalidade da pesquisa e a forma da coleta de dados, a análise de conteúdo foi utilizada para ponderar as respostas dos entrevistados. De acordo com Bardin (2011), quatro etapas foram consideradas: análise, exploração do material, tratamento e interpretação dos resultados.

Na próxima seção, são apresentadas as análises dos resultados, as análises bibliométricas e a revisão sistemática da literatura. E, iniciando com a análise de cada artigo, serão expostos o uso e as aplicabilidades identificadas em cada um. Posteriormente, expõe-se os resultados da mineração de texto e a análise das entrevistas realizadas com os especialistas.

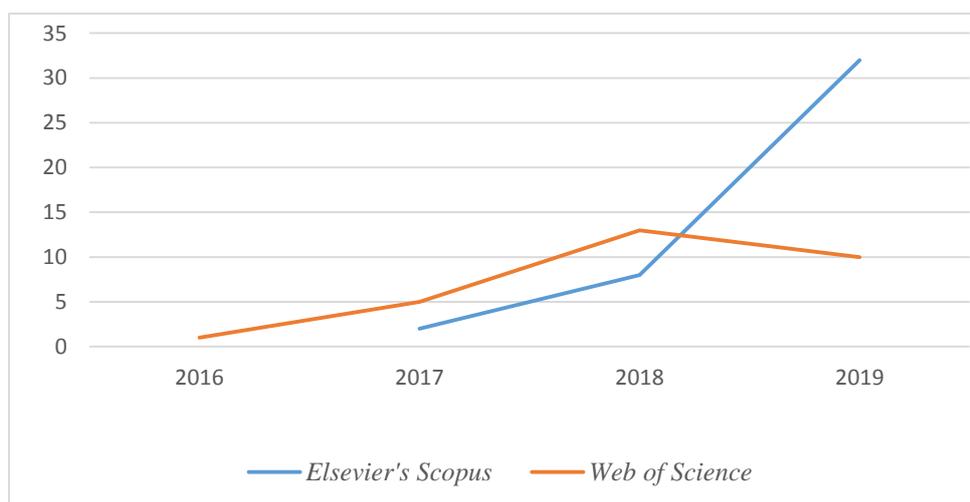
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na busca por resultados em relação aos possíveis usos e aplicações da *blockchain* nos segmentos do agronegócio, fez-se uso de análise bibliométrica, revisão sistemática da literatura, mineração de texto e entrevistas com especialistas. Nas próximas subseções, estão delineadas as análises que contribuem para uma discussão crítica e científica, revelando vantagens e desvantagens e desafios e oportunidades da implementação da tecnologia *blockchain* no agronegócio.

4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Nesta seção, esboça-se os resultados bibliométricos dos artigos obtidos nas bases de dados *Elsevier's Scopus e WoS*, em diferentes parâmetros de desempenho, como: evolução cronológica, principais áreas de publicação, países e instituições que publicaram sobre o tema, autores que publicaram em ambas as bases e uma nuvem de palavras com as palavras-chave evidenciadas nos documentos. Inicialmente, foi analisada a evolução cronológica dos artigos, conforme exemplificado na Figura 7.

Figura 7 - Evolução cronológica dos artigos sobre *Blockchain* no Agronegócio



Fonte: elaborada pela autora (2020)

Na Figura 7, nota-se que as publicações iniciaram na *WoS* em 2016 com um artigo, e a base de dados *Scopus* não apresentou nenhuma pesquisa sobre *blockchain* no agronegócio. Em 2017 foram identificados dois estudos na *Scopus* e cinco na *WoS* e, em 2018, a *Scopus*

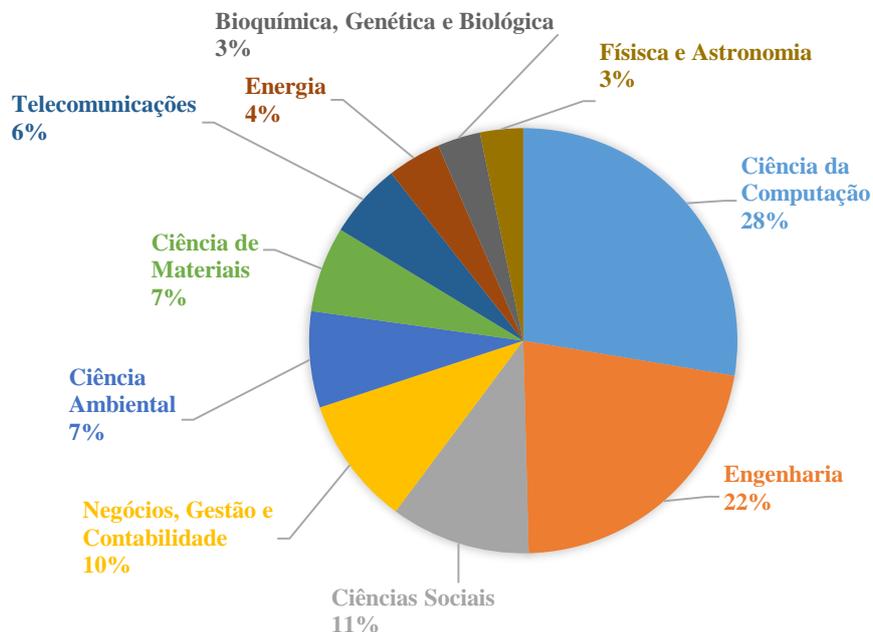
apresentou oito publicações e a *WoS* 13. Em 2019, houve um aumento substancial para 32 documentos na *Scopus* e dez na *WoS*, demonstrando que a temática é recente. Os artigos duplicados totalizaram 233, os quais ficaram na base *WoS*.

A partir das publicações analisadas, identificou-se que as aplicações da *blockchain* no segmento do agronegócio são atuais, pois os primeiros artigos foram publicados em 2016. No entanto, observou-se que a maioria dos documentos aparecem em 2019, e a plataforma *Scopus* sobressai nos números de publicações. Deduz-se que as pesquisas sobre a temática têm crescido expressivamente nos últimos três anos.

Esta tendência ascendente ressalta a natureza emergente da tecnologia *blockchain* e um vasto interesse de pesquisadores, universidades e organizações, embora ela tenha sido inserida somente em 2009 com a tecnologia núcleo dos *Bitcoins*. A comunidade acadêmica, após alguns anos, identificou o potencial da *blockchain* e de suas possíveis aplicações.

Pode-se identificar na literatura que a tecnologia *blockchain* foi mencionada como sinônimo dos *Bitcoins*, sendo anteriormente utilizada somente para fins de aplicação nas Criptomoedas. As primeiras publicações no agronegócio surgiram em 2016, demonstrando que o tema ainda está em fase de exploração. Referentemente às áreas do conhecimento que publicaram sobre a temática em ambas as bases de dados, reparou-se que as mais evidentes na *Scopus* são: Engenharia, com 25%; Ciência da Computação, 24%; e Ciências Sociais, com 12%. Na *WoS*, destaca-se: Ciência da Computação, com 32%; Telecomunicações, com 17%; Engenharia e Ciência Ambiental, com 12%. Na Figura 8, evidencia-se as áreas dos artigos selecionados.

Figura 8 - Áreas com maior número de publicação em ambas as bases de dados



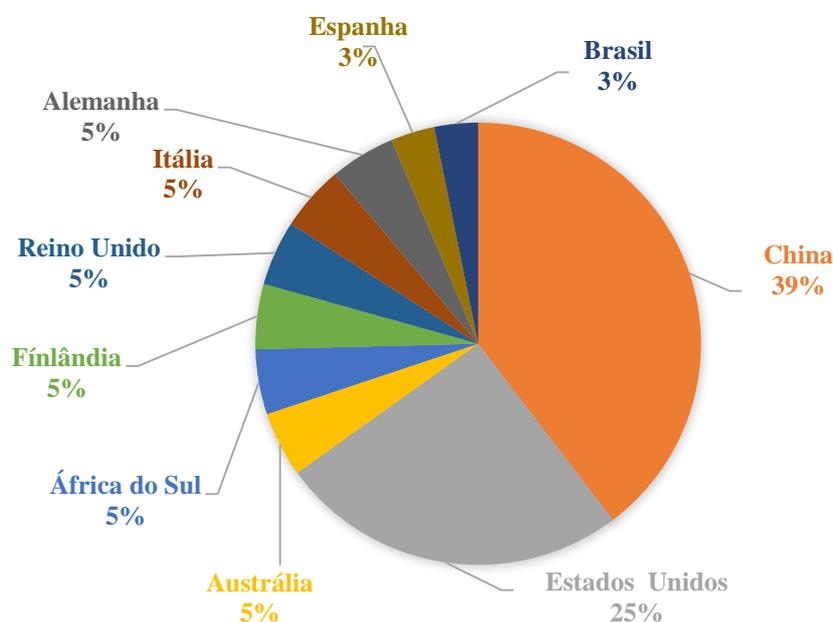
Fonte: elaborada pela autora (2020).

Na Figura 8, constata-se que a grande maioria das publicações está concentrada nas áreas de Ciência da Computação (28%) e Engenharia (22%). Isso se justifica pelo fato de a temática *blockchain* ser uma tecnologia que necessita de desenvolvedores de *softwares* para criar modelos que se adaptem às necessidades. Do mesmo modo, a tecnologia se encontra em discussão de funcionamento e desenvolvimento e, no que diz respeito ao seu processo de aplicação, ela está ainda muito restrita.

Averiguou-se uma grande heterogeneidade nas áreas de pesquisa, o que enriquece o tema, já que alguns estudos são classificados em mais de uma área do conhecimento, o que confirma a relação de interdisciplinaridade entre eles. Para Bispo *et al.* (2014), a interdisciplinaridade é o encontro de diferentes disciplinas, para a construção de um novo saber, seja no ponto de vista pedagógico, seja no ponto de vista epistemológico.

No que se refere aos países que publicaram sobre a temática, identificou-se, na *Scopus* e na *WoS*, que a China lidera o *ranking* com 30% e 41% das publicações, respectivamente, seguida dos EUA, com 24% e 18%, nesta ordem. O Brasil apresentou publicações somente na *Scopus* nas áreas da Ciência da Computação e das Ciências Sociais, mostrando que a tecnologia *blockchain* se faz presente no agronegócio brasileiro. Outrossim, na Figura 9, está exposto o percentual de concentração das publicações, indicando os dez países mais produtivos em termos de números.

Figura 9 - Total das duas bases, dos países que publicam sobre a temática em estudo



Fonte: elaborada pela autora (2020).

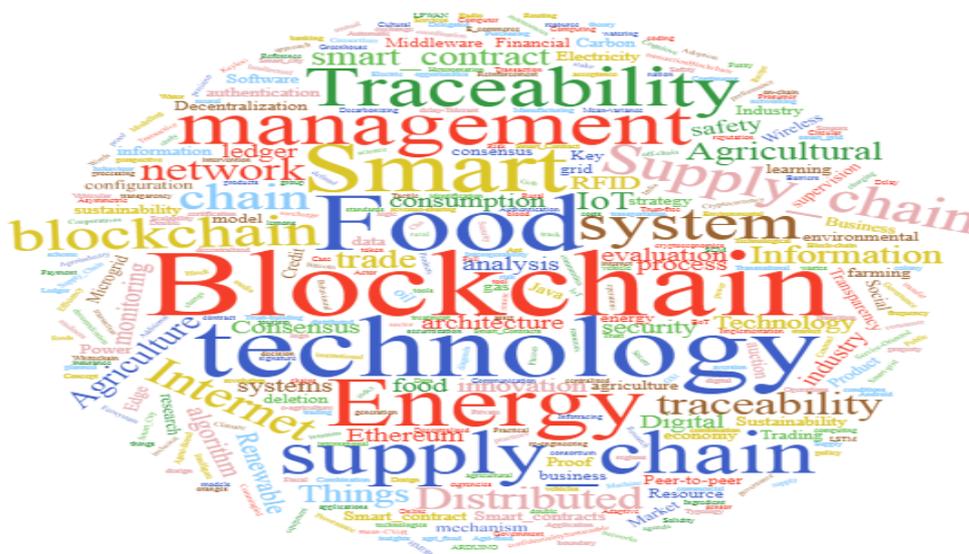
Na Figura 9, destaca-se os 10 principais países, sendo a China a líder em índice de publicações, com 39%; e os EUA, com 25%. Quanto aos outros países: Austrália, África do Sul, Finlândia, Reino Unido, Itália e Alemanha, com 5%; e Espanha e Brasil têm 3%. Ressalta-se que nesses países em destaque se encontram as instituições que possuem pesquisas relacionadas com a temática e que realizaram investimentos significativos na área de tecnologia, além de serem referência mundial em inovação tecnológica (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

As principais instituições que se destacam em números de publicações sobre *blockchain* no agronegócio, são: *Worcester Polytechnique Institute*, *Beijing Technology & Business University* com três artigos publicados cada, *China Agricultural University*, *National Institute of Industrial Engineering*, *California State University, Bakersfield*, *Lancaster University*, *Shanghai University*, *Karlsruhe Institute of Technology*, *Purdue University*, *Purdue University System* com dois artigos cada. As duas primeiras universidades vêm ao encontro dos países que se sobressaíram nas pesquisas, por estarem localizadas nos EUA (Massachusetts) e na China (Pequim) e por serem destaque em investimentos em pesquisa.

Os autores que se sobressaíram, em números de publicações na *Scopus*, foram: Hao Z; Kouhizadeh, M; Mao, D; Wang, F., com três publicações, e na *WoS* o autor Xie, C., com dois documentos. Destaca-se que somente o autor Alcarria, R. apareceu em ambas as bases de dados,

com uma publicação em cada plataforma, e os demais se concentram em somente uma das bases. Na Figura 10, mostra-se o último indicador bibliométrico deste estudo, que teve como objetivo gerar uma nuvem de palavras com as principais palavras-chave citadas nos 71 artigos.

Figura 10 - Principais palavras-chave mencionadas nos 71 estudos selecionados



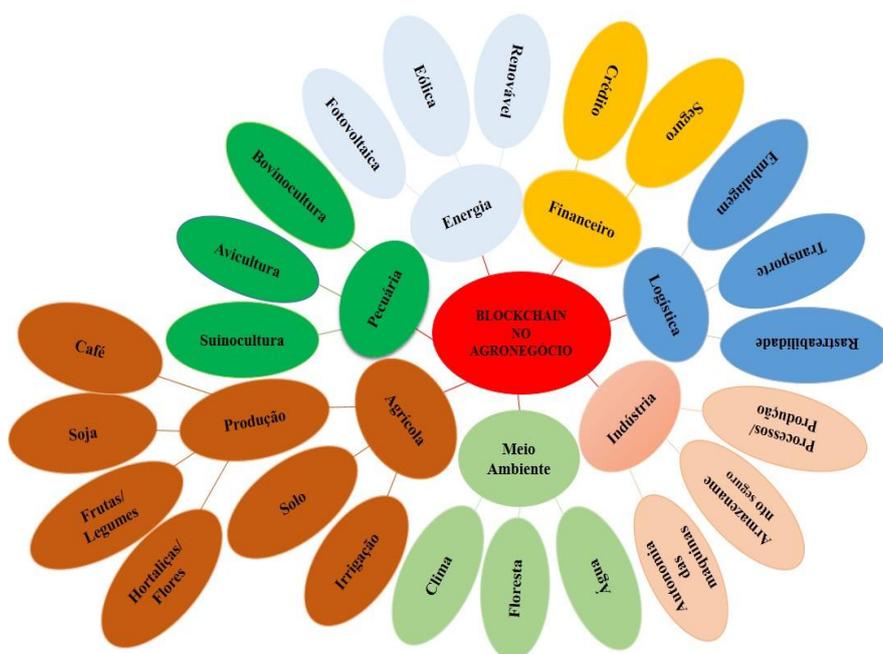
Fonte: elaborada pela autora (2020).

Para a nuvem de palavras, considerou-se as 692 palavras-chave extraídas dos 71 artigos avaliados. Foi possível identificar que as expressões que obtiveram maior frequência são: *Blockchain*, *Technology*, *Food*, *Energy*, *Smart*, *Supply Chain*, *Management*, *Traceability*, *System* e *Agricultural*. Constata-se que são palavras relacionadas ao agronegócio, o que corrobora o objetivo deste estudo. Na sequência, apresenta-se a análise sistemática dos 71 estudos relacionados.

4.2 REVISÃO SISTEMÁTICA

De acordo com a literatura, autores como Swan (2015) e Haferkorn e Quintana (2015) apontaram aplicações da tecnologia em diversos setores, dentre eles as Criptomoedas, que correspondem a uma porcentagem significativa das redes que formam e utilizam a *Blockchain* 1.0. Outros autores categorizam conforme as versões ‘2.0 e 3.0’, que são contratos inteligentes que englobam todas as áreas financeiras e econômicas, com aplicações eficientes em economia, mercados, ciências gerais e áreas governamentais (PETERS; PANAYI, 2016; DORRIE *et al.*, 2017; PAECH, P. 2017; CASIANO *et al.*, 2018). A partir da leitura e da análise dos artigos selecionados, construiu-se um perfil dos usos e aplicações da *blockchain* no agronegócio. A Figura 11 esquematiza essa representação.

Figura 11 - Diferentes tipos de aplicação da *blockchain* nos setores do agronegócio



Fonte: elaborada pela autora (2020).

Na Figura 11, tem-se os diversos setores de aplicação da tecnologia *blockchain* no agronegócio: Financeiro, Energia, Logística, Meio Ambiente, Agrícola, Pecuária, Indústria, e seus respectivos usos dentro de cada segmento. Cabe destacar que em algumas cadeias produtivas, identificou-se a existência de implementação da tecnologia *blockchain*, mas são protótipos ainda em fase de aplicação e testes de laboratórios, os quais são relatados e exemplificados na próxima subseção.

4.2.1 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor Financeiro

A tecnologia *blockchain* está sendo aplicada em diversos campos, principalmente no setor financeiro, pois desempenha um papel eficaz no desenvolvimento da economia global, apresentando inúmeros benefícios para o sistema bancário e para a sociedade em geral, facilitando pagamentos de remessas instantâneas (TRIPOLI; SCHMIDHUBER, 2018). Tripoli e Schmidhuber (2018) afirmam que foi lançada, recentemente, uma solução de pagamentos integrados para aumentar a liquidez em títulos privados e pagamentos globais usando uma DLT, aplicada no financiamento e nos seguros agrícolas por meio de contratos inteligentes.

Hu *et al.* (2019) citam o estudo aplicado no pagamento tolerante a atrasos, focado em vilas rurais remotas da Índia, essas possuem estações administradas por comunidades, como o Nokia Kuha, conectadas à *internet* pública por meio de *links* de satélite não confiáveis. Mao *et al.* (2019) implementaram um sistema de avaliação de crédito que adota a tecnologia *blockchain* para fortalecer a supervisão e a gestão de comerciantes na cadeia de suprimento de alimentos, em que todo o fluxo e a logística do processamento são dados por contratos inteligentes.

Os *Smart Contracts* são programações que combinam protocolos computacionais da interface dos usuários para executar os termos de um contrato. Uma vez que com a *blockchain* todo o processo se torna mais simplificado, não havendo mais a necessidade de intermediários envolvidos em contratos de ativos, esses controlam os danos das propriedades, tangíveis ou intangíveis, mediante compartilhamento dos dados de acesso (NOFER *et al.*, 2017).

Evidencia-se que a adoção da *blockchain* pelo setor financeiro irá expandir a economia de custos em áreas centrais de finanças, de negócios, atendimento, operações centralizadas, entre outras. Portanto, tornará menos burocratizado o cotidiano dos negócios, na medida em que descentralizará as operações. Desse modo, as organizações financeiras e os produtores rurais poderão obter benefícios adicionais com a implementação da tecnologia.

4.2.2 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor de Energia

As aplicações potenciais no setor de energia têm um grande impacto, tanto em termos de processos como em plataformas: reduzir os custos, a complexidade do sistema, a segurança de dados e de propriedade e a geração de novos modelos de negócios. Além disso, atuam na melhora da confiança e na transparência do sistema no mercado de energia, garantem a prestação de contas e a preservação dos requisitos de privacidade, proporcionando uma estrutura eficiente nos processos de faturamento e de operações de energia.

Brilliantov e Thurner (2019) exploraram o potencial da *blockchain* na exclusão de intermediários entre a geração de eletricidade e o consumo, reduzindo o papel dos serviços públicos e dos atacadistas no mercado de energia. Associando a *blockchain* na habilitação da integração de veículos elétricos, novos princípios práticos são criados pelos sistemas de *hardware* que requerem novas soluções de dados para a troca de energia e fluxo de eletricidade, sem a necessidade de administrador central.

Haudhary, Jindal e Aujla (2019) pesquisaram o comércio seguro de energia baseado em *blockchain* no sistema de transporte inteligente habilitado para *Software Defined Networking* (SDN). Eles desenvolveram um esquema seguro de comercialização de energia para veículos elétricos (EV). Buth, Wiczorek e Verbong (2019) investigaram como essa tecnologia pode influenciar a configuração do sistema de eletricidade nos Países Baixos e propuseram capacitar mercados locais descentralizados de eletricidade, remodelando o sistema de energia elétrica existente.

Zhang, Wang e Ding (2019) apresentaram um esquema de assinatura *keyless* descentralizada, baseada em uma *blockchain* de consórcio, para realizar com mais eficiência o gerenciamento de chaves-seguro, por meio de um sistema composto pelos seguintes elementos: um conjunto de *Microsoft Certified Technology Specialist* (MCTs) remoto; uma rede *peer-to-peer* ligada a múltiplos *Picture Parameter Set* (SPs); e uma infraestrutura de dispositivo de assinatura.

Escrever a sigla por extenso (SM), nas palavras de Zhang, Wang e Ding (2019), é um dispositivo programável de estado sólido que recolhe dados de sensores, como: o consumo e a carga de eletricidade em tempo real, para o SPs correspondente. Esses autores projetaram um mecanismo de consenso seguro descentralizado, no qual a plataforma *blockchain* é a gerente de controle de acesso automatizado que não requer um *trusted third party* (TTP) de confiança (âncora), assim os SPs do esquema proposto podem se manter recíprocos, usando a *blockchain*.

Outro modo de utilização da tecnologia é a emissão de certificados de origem, assessorando a produção de energia verde e a fonte de energias renováveis para desenvolver *peer-to-peer* em regime de transações, estabelecendo os sistemas de gestão de energia para veículos elétricos. Além disso, *blockchain* é entendida como um descarbonizador energético promovendo a sua transição para fontes de energia descentralizadas.

Huh e Kim (2019) desenvolveram a aplicação da *blockchain* em um sistema de gestão de energia transparente e justa, medindo energias novas e renováveis. Eles criaram um algoritmo de consenso *active* entre técnicas de encadeamento de bloco incorporando o *Hyper*, delegaram a prova de aleatoriedade (*HDPoR*), que é o algoritmo baseado na computação em paralelo por meio de várias simulações.

Outrossim, Huh e Kim (2019) proporcionaram um modelo melhorado, no qual os contratos inteligentes podem ser concluídos entre produtores e consumidores. Eles utilizaram a tecnologia para a verificação de energia renovável, propondo um método para avaliar a confiabilidade dos nós suspeitos ou maliciosos que são frequentemente encontrados nas redes e destacaram que em redes *peer-to-peer* a informação é transmitida aos nós de forma sequencial.

Knirsch, Unterwegere e Engel (2019) demonstraram a aplicação da *blockchain* em propriedades compartilhadas de usinas de energia fotovoltaica, como aquelas comumente encontradas em apartamentos de aluguel multipartidárias, em que os clientes podem trocar partes de sua produção de energia com os vizinhos. Os autores descrevem o caso de utilização, o *design* e a implementação final, com os resultados em detalhes e conceitos fundamentais da tecnologia. Eles investigaram um caso de uso do mundo real mediante o domínio de energia, em que os consumidores trocam porções de sua usina de energia fotovoltaica utilizando uma rede *blockchain*.

Alcarria *et al.* (2018) propõem um sistema de aquisição de energia baseado em *blockchain* para o monitoramento de informações produzidas pelas redes de dispositivos inteligentes instalados em comunidades. Para esses autores, a proposta é implementada e validada em cenários de aplicativos, comprovando a adequação do mecanismo de consenso. Eles definem a confiabilidade no nível de segurança fornecido para monitoramento, representação e redução no consumo de recursos.

As aplicações de *blockchain* no setor de energia têm incentivado os usuários a aderirem ao sistema de energia renovável, sendo que a maioria ainda é projeto-piloto, que tem tido resultados consideráveis na capacitação de produtores e distribuidores. A tecnologia atua

também como facilitadora na negociação, trazendo maior flexibilidade, desempenhando papel importante no armazenamento de dados, garantido segurança nas transações e na comercialização de energia.

4.2.3 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor de Logístico

A tecnologia *blockchain* tem o potencial de facilitar e agilizar processos logísticos nas cadeias produtivas do agronegócio. Sendo que esses processos podem ser reproduzidos em tempo real devido à digitalização completa e à sua automação. E, com o auxílio dos contratos inteligentes, a transferência financeira pode ser otimizada, tornando-os mais simples (MAO, D *et al.*, 2019, RASKIN, 2017; TIAN, 2016). Para esses autores, isso gera uma garantia de rede direta entre entrada e saída de mercadorias, e as operações de pagamento podem ser realizadas com mais autonomia e eficiência. As faturas que são atualmente criadas em papel podem ser enviadas pelos correios, tornando-se desnecessárias com a utilização da tecnologia.

Choi *et al.* (2019) aplicaram um modelo de média variância para avaliar a sensibilidade ao risco dos tomadores de decisão, examinando as transações e os dados anteriores, usando registros na tecnologia *blockchain*. Eles concluíram que esta pode facilitar o uso da informação e ajudar no conhecimento sobre a demanda dos produtos, além de ser acompanhada pelos contratos inteligentes, podendo ser automatizada ao mecanismo de contratação, melhorando a eficiência dos processos.

Chang *et al.* (2019) elaboraram um projeto alternativo de cadeia privada para aumentar a transparência e a colaboração da distribuição de processos dos produtos. O projeto notifica alterações de *status* em partes interessadas que estão especificadas no registro dos contratos inteligentes, essas são captadas em tempo real e as alterações das informações são conseguidas por meio de um impulso. Esse sistema de tecnologia, proposto na *blockchain*, alcança um melhor nível de eficiência para a logística e para as operações. Os participantes da cadeia de suprimentos podem reduzir custos associados às operações manuais para a confirmação de rastreabilidade, com instalações de sistemas caros de compartilhamento de informações, como o *Electronic Data Interchange* (EDI) e o *Enterprise Resource Planning* (ERP).

Cabe destacar que a tecnologia *blockchain* pode ser utilizada na logística, na identificação dos produtos, na formulação de contratos e na diminuição de papel. Ela permite melhor visualização das transações entre compradores e vendedores, sem a intervenção de intermediários. O uso de aplicações fundamentadas na *blockchain* em redes de abastecimento pode garantir a segurança e a indução na construção de uma gestão de contratos mais

consistentes entre as partes interessadas. Isso melhora a gestão de desempenho das cadeias complexas de fornecimentos e aperfeiçoa o serviço ao cliente e os sistemas de transportes com novas arquiteturas descentralizadas.

4.2.4 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Meio Ambiente

A tecnologia *blockchain* é capaz de desempenhar um papel fundamental no meio ambiente, devido à sua capacidade de monitoramento de dados. Pesquisas sugerem que a sua adoção pode facilitar as práticas ecológicas e sustentáveis nas cadeias produtivas (KOUHIZADEH; SARKIS, 2019 & SABERI *et al.*, 2019).

Lin *et al.* (2017) apresentam uma ferramenta de avaliação com requisitos técnicos e sociais aplicando a *blockchain* em sistemas de TIC na agricultura, utilizando uma interface para visualizar a aplicação em seu funcionamento. Esta pode promover melhor desenvolvimento e incorporação de dados no clima local, uso de energia, pesticidas, qualidade do solo, custos de produção e conservação da biodiversidade.

Spreng e Spreng (2019) propuseram estudar os avanços em Tecnologia da Informação (TI) nas mídias sociais, identificando as opções viáveis para uma política climática transnacional global alternativa. Incluíram na pesquisa consumidores, indústrias de combustíveis fósseis, organizações não governamentais (ONGs) ambientais, indústrias de seguros, empresas de TI, representantes das administrações públicas e agências da ONU. O rótulo mostra com precisão a confiabilidade do impacto climático e o total da energia incorporada a bens e serviços finais. E, uma vez que o sistema de monitoramento é transparente, os consumidores têm mais veracidade no rótulo.

Paiva Sobrinho *et al.* (2019) apresentam uma proposta de gestão para a Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí, baseada na adoção de uma moeda complementar, criada com o suporte da *blockchain*. A inovação da tecnologia, como esquemas de pagamentos por serviços ambientais (PSA), não depende do sistema financeiro tradicional. Portanto, está imune às crises econômicas porque sua criação e gestão são independentes dos bancos, sendo as recompensas pagas aos realizadores em forma de Criptomoedas.

Figorilli *et al.* (2018) implementaram um protótipo de *blockchain* para a rastreabilidade eletrônica de código aberto da madeira, com a utilização da Tecnologia *Radio-Frequency Identification* (RFID), na qual o processo acontece desde a árvore em pé até o usuário final. Em um primeiro momento, a árvore é identificada na floresta e essa primeira tarja é associada às

informações na base de dados: data da marcação, ponto *Global Positioning System* (GPS) da árvore, espécie, diâmetro e altura.

Outras informações como corte, etiquetas, empilhamento e fluxos de produção são detectadas por uma antena onde as informações são associadas à base de dados. Logo, na produção e na venda ocorre a aplicação de etiquetas nos produtos finais, com destino ao consumidor final.

Identificou-se que a utilização da *blockchain* no meio ambiente está voltada, essencialmente, para pagamentos de serviços ambientais, mapeamento das florestas, rastreabilidade e controle do clima e do solo. No entanto, ela tem potencial para ser explorada em diversas outras formas, inclusive elucidando problemas de mudanças climáticas e sequestro de carbono.

4.2.5 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor Agrícola

A agricultura é um dos campos mais relevantes de um país, uma vez que a produção proporciona a segurança alimentar, nutricional e a saúde da população, além de maximizar a economia. Nos últimos anos, o setor agrícola está adotando diferentes tecnologias, como IoT e *Blockchain*, tendo em vista o alcance de maiores rendimentos nos processos produtivos. Autores como Tian (2016), Penning (2017), Yu e Lin *et al.* (2017) e Mondal *et al.* (2019) têm se dedicado a pesquisar o uso da *blockchain* na agricultura, direcionados, essencialmente, para a rastreabilidade da produção.

Yu *et al.* (2017) propuseram um produto agrícola baseado em *blockchain* e arquitetura lógica na cadeia de suprimentos, buscando o envolvimento e a adesão de agricultores a tecnologias, com o intuito de minimizar o problema de confiança mútua. Esses autores apresentaram um sistema de rastreabilidade de segurança alimentar baseado na *blockchain* e no *Electronic Product Code (EPC) Information Services*. Eles desenvolveram um protótipo para rastrear os alimentos da propriedade até o consumidor final.

Tao *et al.* (2019) sugeriram um sistema de rastreabilidade colaborativo, baseado em *blockchain* e *Electronic Product Code Information Services (EPCIS)*. Este sistema adota um contrato inteligente de nível empresarial inovador para resolver as questões de divulgação de informações sensíveis à adulteração de dados e de confiabilidade.

Kamble *et al.* (2019) analisaram contratos inteligentes e o uso da tecnologia *blockchain* em frutas e legumes na Índia, abordando questões de sustentabilidade nas relações humanas entre facilitadores e praticantes do ASC. A intenção era convencer as organizações a adotarem

a *technology blockchain* (BCT) em suas cadeias de fornecimento, para rastreamento da produção das fazendas até o consumidor final.

Tian (2016) e Mondal *et al.* (2019) criaram uma *blockchain* inspirada na IoT, isto é, uma arquitetura para criar uma cadeia de abastecimento alimentar transparente. Para tanto, utilizaram termos de indexação *Blockchain*, *IoT* e *RFID*. De acordo com os autores, a modalidade *sensing* foi integrada com a identificação para rastreamento e monitoramento da qualidade das embalagens, sendo que os alimentos são digitalizados em diferentes momentos de seu percurso, e os dados do sensor são atualizados, em tempo real, em uma *blockchain*, fornecendo uma história digital à prova de falsificação. À vista disso, qualquer consumidor pode verificar, na contabilidade pública, as informações sobre os pacotes de alimentos.

Santos *et al.* (2018) propuseram um protótipo para certificação e rastreabilidade dos produtos alimentares, eles visaram rastrear as origens das matérias-primas sem revelar as informações confidenciais dos negócios. Utilizaram o código dentro do *TESTNET Rinkeby blockchain*, aplicando-o a exemplos práticos, entre eles: amendoim, cacau e suco de maçã, os quais são ingredientes-base de receitas. Assim, demonstrando a viabilidade de utilizar o *Ingredient Token101302 (IGR)* como uma figura metodológica de certificação de ingredientes do agricultor até o consumidor final, sem expor a fórmula da mistura do produto.

Patil *et al.* (2018) apresentaram uma proposta para a agricultura com estufas inteligentes, baseadas em atividades que são gerenciadas por uma *blockchain*, que funcionam por meio de dispositivos da IoT. No projeto, os autores exibiram esse modelo para alcançar segurança, privacidade leve e descentralizada, otimizando os recursos e o consumo de energia.

Munir, Bajwa e Cheema (2019) esboçaram um projeto alicerçado em um sistema de IoT, usado para monitorar jardins, controlado de qualquer lugar usando um *smartphone*. O sistema usa os dados de entrada coletados, em tempo real, por sensores que orientam os agricultores e jardineiros em um aplicativo móvel que exhibe uma lista de plantas sugeridas, de acordo com o clima de uma determinada região.

Scuderi *et al.* (2019) demonstraram a aplicação da *blockchain* à produção de cítricos na Itália, especificamente a referente ao *Near Field Communication (NFC)*, na qual as fases do processo envolvendo o suco de laranja são: produção, processamento, distribuição e vendas, com registros em um perfil digital. Conforme os autores, as informações-chave sobre as fazendas de citros são armazenadas em perfis digitais que incluem o ambiente e o cultivo, o solo, a água, a área, a estação, a qualidade da planta, as condições de crescimento, a época de plantio e as informações sobre fertilizantes e pesticidas usados para o cultivo das laranjas. Em

seguida, o produto é comercializado após a assinatura de um contrato digital que é armazenado em uma *blockchain*.

Diego e Juan (2019) testaram um sistema de rastreabilidade da cadeia de abastecimento alimentar com o uso da tecnologia *blockchain*, ajudando as cooperativas agropecuárias a melhorarem a transparência sobre a origem e sobre os processos incorporados aos produtos. Eles desenvolveram um modelo de *blockchain* à Prova de Conceito (PoC) no domínio agroalimentar para a rastreabilidade da cadeia de fornecimento, provando a origem da produção de bagas e personalizando os papéis de cada ator na cadeia de abastecimento.

Para Diego e Juan (2019), a *blockchain* desenvolvida com o conceito PoC está sendo implementada e testada em uma Cooperativa Agrícola Espanhola que utiliza um livro com permissão (*hyperledger*), baseado em contrato inteligente. A demonstração teve como base uma análise anterior da cadeia de bagas e as interações entre os agricultores, cooperativa, seus certificadores, fornecedores e os supermercados, a fim de permitir a representação digital de um lote de bagas para ser associada a uma única certificação digital.

Salah *et al.* (2019) sugeriram um sistema de diagramas de sequência baseado na *blockchain* para rastreabilidade da soja. Além disso, criaram um modelo de algoritmo para venda da soja entre os vários participantes, empregando contratos inteligentes para rastrear e controlar todas as interações e transações dos participantes envolvidos no ecossistema da cadeia de suprimentos.

Infere-se que a *blockchain* está sendo utilizada no setor agrícola para melhorar a segurança alimentar, o processo de produção, o processamento e o transporte. Além de estar sendo aplicada em sistemas de gestão da cadeia de fornecimento para prover transparência, segurança, neutralidade e confiabilidade em todas as operações das cadeias de suprimentos. A tecnologia *blockchain*, em conjunto com a IoT, contribui para a resolução de desafios relacionados à segurança das operações, à certificação da qualidade e à origem dos produtos.

4.2.6 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor Pecuário

O setor pecuário está em constante evolução, necessitando contar com alternativas eficazes para o seu processo e gerenciamento. Os avanços nas tecnologias de transporte e comunicação promovem o desenvolvimento de mercados mundiais e facilitam o estabelecimento de unidades de produção animal. Nesse contexto, diversos autores vêm discutindo o uso e a possibilidade da aplicação da *blockchain* nesse setor.

Liu, Li e Qi (2019) salientam a aplicação da tecnologia *blockchain* na cadeia produtiva de carne suína abordando a sua influência sobre o compartilhamento de informações e afirmaram que ela resolve problemas de correspondência entre a oferta e a procura na cadeia de fornecimento. Acrescentaram que os custos de transação entre os atores envolvidos podem ser reduzidos, trazendo diversos benefícios: tempo, dinheiro e melhoramento para toda a cadeia, por meio de uma gestão eficiente das fazendas.

Sittón-Candanedo *et al.* (2019) implementaram uma plataforma *blockchain* em uma fazenda de gado leiteiro para minimizar custos, pela qual foi possível identificar e utilizar os recursos disponíveis de maneira mais eficiente. Além de tornar possível a localização dos animais e monitorar as condições de saúde em tempo real.

Sander, Semeijn e Mahr (2018) projetaram um estudo sobre a aceitação da tecnologia *blockchain* na rastreabilidade e na transparência da cadeia de fornecimento de carnes. Eles destacaram as diferentes perspectivas e opiniões das partes interessadas, investigando TTSs da certificação e a percepção dos clientes quanto ao potencial da tecnologia na rastreabilidade. Percebe-se que são promissores os resultados da adoção da tecnologia como uma solução para atuais problemas que afetam a cadeia produtiva de carnes em diversos países, inclusive no Brasil.

4.2.7 Uso e Aplicabilidade da *Blockchain* no Setor da Indústria

A tecnologia *blockchain* pode ser usada na indústria de alimentos em diferentes ações, uma vez que a produção passa pelo processamento e embalagem final com destino ao consumidor. Várias pesquisas foram realizadas com foco nesse setor, utilizando essa tecnologia, como o código de barras bidimensional - *QR Code*, por exemplo, que já pode ser visualizado em muitas embalagens de produtos, uma vez que tornou possível salvar uma variedade de dados em um espaço mínimo. O consumidor final pode visualizar todo o histórico do produto, desde a produção, processamento e embalagem final em seu *smartphone* (ESTEKI *et al.*, 2019; IGINI & CONTI, 2017).

As primeiras aplicações já estão em fase de teste em empresas varejistas. A Walmart, em parceria com a IBM, está utilizando a tecnologia na rastreabilidade da manga e da carne suína, já que é possível rastrear toda a cadeia de fornecimento dentro de poucos segundos. Além disso, com a *blockchain*, há chances de se identificar produtos contaminados e eliminá-los com rapidez e eficiência (YIANNAS, 2018).

Behnke e Janssen (2019) pesquisaram quatro diferentes indústrias de laticínios com características distintas, eles investigaram cada processo da cadeia de fornecimento, desde a produção em massa até pequenos lotes de produto. E identificaram as condições das informações que garantem melhorias na rastreabilidade dos lotes.

Kouhizadeh, Sarkis e Zhu (2019) propõem a aplicação da *blockchain* em um contexto de pesquisa na economia circular. Os autores identificaram as várias maneiras em que essas áreas interagem entre pesquisas gerenciais e as implicações de cada uma, melhorando a economia do país e o meio ambiente. Realizaram o estudo com iniciativas da economia circular em três níveis: macro, meso e micro. Por conseguinte, identificaram como a tecnologia pode contribuir com o produto, a sua supressão e suas sinergias.

Zhu e Kouhizadeh (2019) expuseram um estudo de caso com indústrias para rastrear o desempenho de vendas de seus produtos utilizando a *blockchain* na perspectiva de fornecer os seguintes esforços de sustentabilidade na cadeia: gestão, reaproveitamento do produto (reciclagem), regeneração, manufatura e gestão de resíduos, que podem ser rastreados para a tomada de decisão e eliminação do produto. A *blockchain* é capaz de rastrear as informações das partes interessadas, como varejistas e clientes.

Tallyn *et al.* (2019) desenvolveram um protótipo Bitbarista com o objetivo de oportunizar a criação de sistemas autônomos que visam contribuir com as organizações mais independentes e transparentes. Esta pesquisa apresentou um estudo realizado em três ambientes de escritório, por um mês, explorando o impacto de uma máquina de café autônoma na atividade cotidiana do consumo de café. O Bitbarista mede o consumo deste utilizando processos autônomos na *blockchain*, apresentando dados de proveniência no momento da compra, enquanto tenta reduzir os intermediários no comércio deste produto. O relatório de interações com o Bitbarista e em torno dele, explora as implicações para a vida cotidiana, suas estruturas e valores sociais.

Identificou-se que a tecnologia pode ser implementada com sucesso em diversos setores e departamentos de uma indústria, o que permite compreender como aplicar *blockchain* no desenvolvimento das atividades diárias dentro de uma indústria. Após essa análise sistemática, apresenta-se as verificações de mineração de texto.

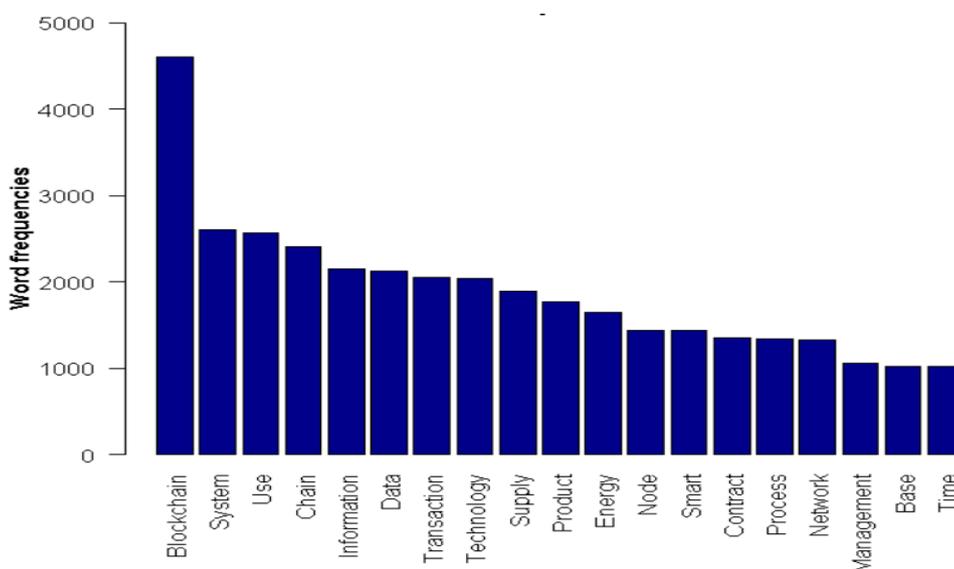
4.3 ANÁLISE *TEXT MINING*

Nesta seção, apresenta-se os resultados de mineração de texto dos artigos selecionados, realizada a partir das bases de dados *Elsevier's Scopus e WoS*, em diferentes parâmetros de

desempenho, tais como: frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos analisados, vocábulos associados ao termo “*Blockchain*” e sua respectiva correlação, bigramas e seus respectivos valores de $IT*IDF$, esses mais frequentes e *network* dos que foram encontrados, uma nuvem de palavras com as palavras-chave evidenciadas nos documentos e um agrupamento dos artigos utilizados na mineração de texto.

Os termos foram associados em *clusters*, sendo que se aplicou o método de agrupamento hierárquico via método de Ward. Inicialmente, foi verificada a frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos, conforme Figura 12.

Figura 12 - Frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos analisados (selecionados os termos com frequência superior a 1000)



Fonte: elaborada pela autora (2020).

Na Figura 12, tem-se as principais palavras encontradas na mineração de texto, sendo que “*blockchain*” foi a mais frequente, uma vez que é uma das palavras principais na busca dos artigos e é o tema principal desta pesquisa. Depois dela, aparecem os termos *System*, *Use*, *Chain* e *Information*, seguidos pelas demais palavras.

Nota-se a importância da informação na *blockchain* pela frequência dos termos “*information*” e “*data*”, haja vista que o objetivo do uso dessa tecnologia é construir um sistema de informação que não seja baseado na confiança de uma autoridade central, mas em um princípio de informação descentralizada. Ela pode se tornar uma inovação comum a todos os agentes envolvidos em uma cadeia produtiva, incluindo reguladores e agências governamentais,

formando uma plataforma fundamentada em transparência, neutralidade, confiabilidade e segurança.

Verifica-se que um dos termos em destaque é “*energy*”, por causa das várias aplicações da tecnologia no setor de energia. Essas aplicações podem ajudar a atingir um gerenciamento mais eficiente na distribuição em microtransações com baixo custo e criar mercados secundários nesse setor.

Mougayar (2017) cita diferentes organizações do ramo de energia que estão desenvolvendo protótipos ainda em teste de aplicação. A empresa alemã *Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk* (RWE), por exemplo, está tentando conectar estações de carregamento de veículos em uma *blockchain* pelo *Slok.it*, na *Ethereun*. Esse serviço permite aos usuários que carreguem seus carros e paguem em microtransações. O *Trans Active Grid* está desenvolvendo um modelo que entrega medição de geração de energia local em tempo real, capacitando os habitantes a comprarem e venderem energia renovável para seus vizinhos.

A *Accenture* está com uma proposta de prova de conceito do protótipo *Plug*, que funciona com outros dispositivos domésticos que monitoram o uso de energia utilizando a *blockchain*. Ele verifica quando a demanda está alta ou baixa, trocando os fornecedores ao encontrar preços mais baratos. A *Grid Singularity* está testando a *blockchain* na autenticação de transações de energia solar, sua intenção é criar uma plataforma que possa ser aplicada a qualquer tipo de transação (MOUGAYAR, 2017).

Percebe-se, também na Figura 12, a elevada frequência de termos que remetem a transações comerciais e rede de trabalho como: *Smart Contracts*, *Processe* e *Network*. Há utilização da tecnologia em diversas negociações por meio de contratos inteligentes, que podem não só autoexecutar transações comerciais recorrentes, como têm o potencial para ajudar a reduzir padrões contratuais. Eles estão em uma *blockchain* e são imutáveis, além de disporem de um o código de alta qualidade que evita erros e fraudes (GREEN, 2018).

Momo (2019) afirma que o uso da *blockchain* poderá permitir negociações com uma maior quantidade de atores econômicos, que não eram considerados, pois não tinham uma terceira parte que atestasse a certeza e legitimasse a transação. A *blockchain* poderá validar uma variedade de transações ligadas a valores ou contratos, ela mantém um controle das transações que mais tarde podem ser verificadas, já que é uma plataforma de transações gigantesca, capaz de lidar com as microtransações e transações de elevada importância em termos de valores (MOUGAYAR, 2017).

Há casos em que não são tomadas as melhores decisões nas organizações, devido ao fator confiança e à não possibilidade de mapear todas as vantagens e desvantagens que esta decisão poderia gerar à organização. Nessa conjuntura, a *blockchain* poderá representar esse mecanismo de confiança, com suas características e sem a necessidade de uma terceira parte envolvida (MOMO, 2019).

A versatilidade de aplicação da *blockchain* possibilita que empresas do setor do agronegócio possam desenvolver suas atividades, no intuito de solucionar diversos gargalos no segmento. O agronegócio é considerado um dos campos emergentes para a *blockchain*, assim, foi possível identificar aplicações relacionadas ao tempo de vida dos produtos ou serviços, tendo como maior destaque as aplicações em contratos, seguros e rastreabilidades de produtos. Na Tabela 1, destaca-se os termos e suas correlações.

Tabela 1- Termos associados a “*Blockchain*” e sua respectiva correlação

BLOCKCHAIN	CORRELAÇÃO
<i>Opportunity</i>	0,68
<i>Technology</i>	0,67
<i>Contractual</i>	0,61
<i>Improve</i>	0,61
<i>Markus</i>	0,61
<i>Phenomena</i>	0,61
<i>Velocity</i>	0,61

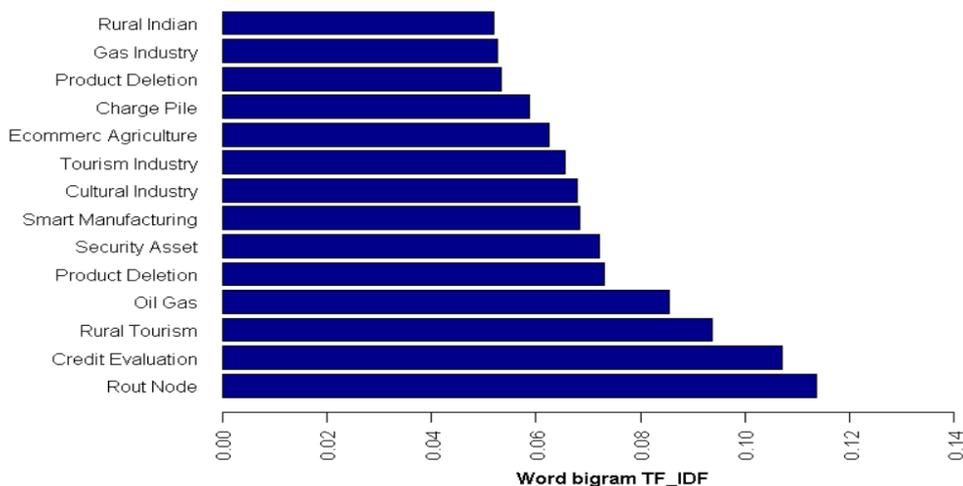
Fonte: elaborado pela autora (2020).

Expõe-se, na Tabela 1, os termos que se associam à palavra *blockchain*, sendo que as que se destacaram nas publicações foram: *Opportunity*, *Technology* e *Contractual*, o que demonstra uma forte ligação entre elas, pois remetem à utilização da tecnologia na realização de negociações contratuais. Com o desenvolvimento da tecnologia *blockchain*, é possível constatar que ela será ideal para suportar contratos inteligentes (REYNA *et al.*, 2018). A implementação de soluções com base *blockchain* poderá resolver várias questões, como o alto custo de manutenção de abordagens centralizadas. Dessa forma, um modelo *P2P* descentralizado poderá aumentar a segurança das relações contratuais.

Observa-se que não houve diferença significativa entre os termos em evidência, mas se ressalva que são expressões que têm uma relação, por meio da transparência e imutabilidade dos dados presentes, com características nas *blockchains* que podem garantir a qualidade e a

veracidade das informações. A Figura 13 contém os bigramas e seus respectivos valores de $IT*IDF$.

Figura 13 - Bigramas e seus respectivos valores de $IT*IDF$



Fonte: elaborado pela autora (2020).

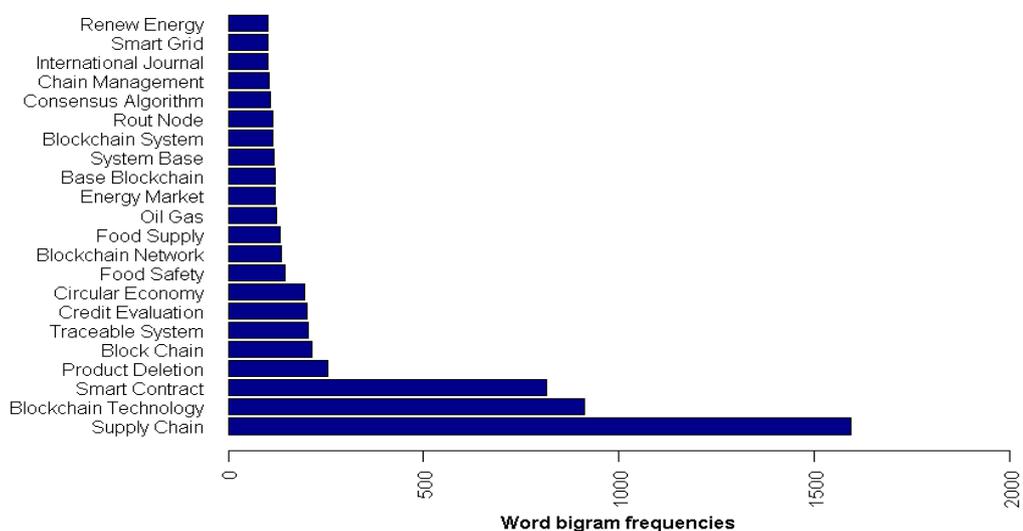
A Figura 13, indica a importância das palavras encontradas na mineração de texto, tendo sido considerado o texto completo dos 68 artigos identificados nesta pesquisa. As palavras que mais apareceram foram “*Rout Node, Credit Evaluation, rural tourism, Oil gas*” demonstrando que são diretamente ligadas a possíveis aplicações da *blockchain* nos segmentos do agronegócio.

Nesse contexto, Liu, (2019) se propôs a analisar os recursos turísticos naturais e os humanistas em áreas rurais, os quais constituem a base para o desenvolvimento da indústria do turismo. Por certos meios tecnológicos de produção, esses são transformados em produtos e serviços turísticos, colocados no respectivo mercado pela operação e pelos canais de vendas, que utilizam a tecnologia *blockchain*.

Schuetz e Venkatesh (2019) analisaram como as *blockchain* poderão resolver o problema da exclusão financeira na Índia rural, proporcionando uma solução para os índios rurais e explore como a tecnologia irá ajudar a superar os desafios de inclusão financeira enfrentados pelo país, de modo a atingir as redes de cadeia de fornecimento global. Lu *et al.* (2019) demonstraram a aplicação da *blockchain* na indústria de petróleo e de gás, sendo que o campo de aplicação foi dividido em quatro partes: negociação, gestão, tomada de decisão, supervisão e segurança cibernética.

Para tanto, evidencia-se a possibilidade do uso da *blockchain* para casos de ativos específicos que necessitem melhor acompanhamento nos registros de suas particularidades durante todo o processo, o que poderia gerar maior confiança na realização de transações entre agentes econômicos, como o agronegócio e a exportação de grãos (LUCENA *et al.*, 2018). Logo, uma solução de identidade digital com a tecnologia *blockchain* permitirá a simplificação de processos e maior segurança das partes envolvidas em uma transação. Outrossim, na Figura 14, apresenta-se os bigramas mais frequentes.

Figura 14 - Bigramas mais frequentes



Fonte: elaborada pela autora (2020).

Na Figura 14, identificou-se os bigramas mais frequentes encontrados na mineração de texto, com destaque para os termos “*Supply Chain, Blockchain Technology, Smart Contract*”. Constata-se a forte relação existente entre os três principais termos em destaque, considerando que, com a tecnologia *blockchain*, os custos de transação entre os membros da cadeia de suprimentos podem ser reduzidos e o compartilhamento de informações realizado, ou seja, ela é capaz de trazer benefícios e melhoramento para toda cadeia.

A *blockchain* pode ser usada para criar registros permanentes dos processos logísticos de um determinado produto, sendo possível compartilhar todos os momentos do percurso até o consumidor final. Desse modo, proporcionará a rastreabilidade, autenticidade e legitimidade por meio de sua cadeia de suprimento (WANG *et al.*, 2019).

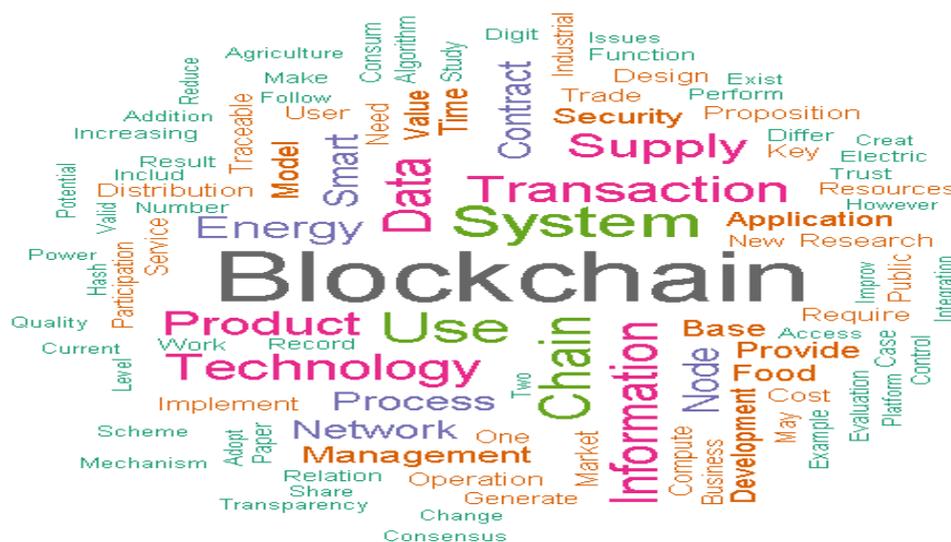
A tecnologia é uma inovação disruptiva com amplas possibilidades de aplicação, como os contratos autoexecutáveis, registro e operacionalização de transações de assinatura múltipla e rastreabilidade de ativos. Consequentemente, ela tem o potencial de delinear as interações nas negociações dos diversos setores da economia, inclusive nos segmentos do agronegócio (ATZORI, 2015). A tecnologia *blockchain* não está limitada a moedas descentralizadas, mas envolve a criação de contratos digitais inteligentes que podem ser monitorados pela *internet*. Além de possibilitar o desenvolvimento de novos modelos de governança, proporciona uma tomada de decisão mais eficiente e modelos de negócios descentralizados, operando pelas redes de computadores (WRIGHT; FILIPPI, 2015).

Os *Smart Contracts* são programas de computadores que se utilizam e são executados pelas *blockchains*, o que torna a tecnologia aplicável em diversos setores, incluindo o agronegócio, não ficando restrito somente no financeiro, uma vez que um acordo entre duas ou mais pessoas forma um código de computador. Eles são executados em uma *blockchain* e armazenados em um banco de dados público e não podem ser alterados. As transações que acontecem em um contrato inteligente são ajustadas pela *blockchain*, mas, para que a implementação de aplicações seja possível, é necessário ter uma *blockchain* que seja projetada para suportar transações em um nível genérico (BECK *et al.*, 2016).

A tecnologia *blockchain* nos contratos inteligentes é utilizada para reduzir a incerteza nas trocas de valores entre as organizações ou entre os membros de uma cadeia produtiva. Ela apresenta uma perspectiva de que os contratos podem ser usados para diminuir a complexidade dos processos e garantir a confiabilidade, uma vez que, com o seu uso, pode-se consultar o *status* da transação em tempo real e saber o que está acontecendo. Os *Smart Contracts* podem realizar operações, como execução de transações financeiras ou autenticação de documentos em comum acordo legal. A Figura 15 apresenta a *network* dos bigramas encontrados na mineração de texto.

de teste, entre eles está o de energia em países que foram destaque nesta pesquisa. Na Figura 16, exibe-se uma nuvem de palavras com os temas mais frequentes encontrados na mineração de texto.

Figura 16 - Nuvem de palavras com os termos mais frequentes encontrados na mineração de texto



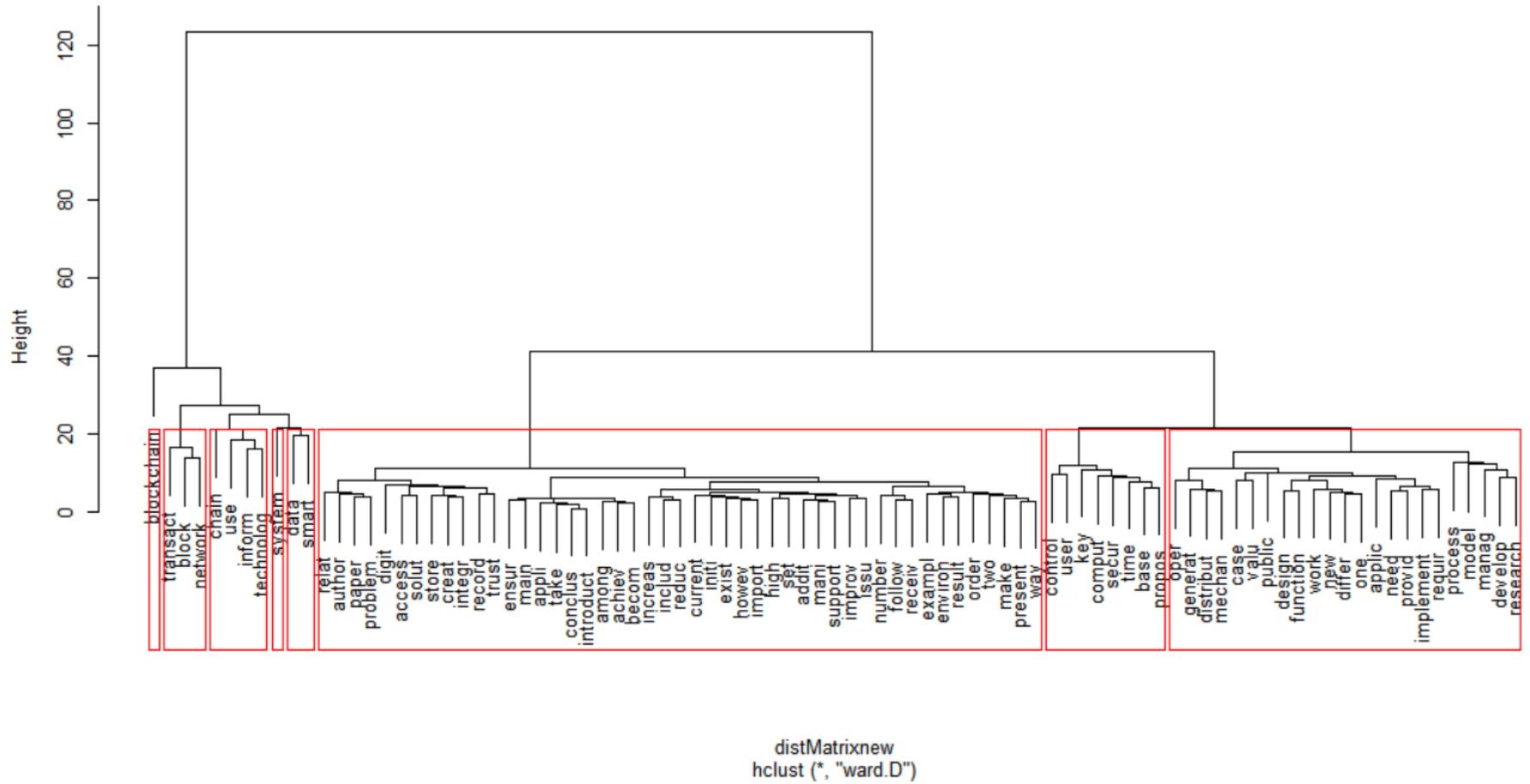
Fonte: elaborada pela autora (2020).

A nuvem de palavras é a representação gráfica, na qual quanto maior o peso da palavra maior é o seu destaque. Foram mensuradas 100 palavras-chave mais frequentes, encontradas na mineração de texto dos 68 artigos avaliados nesta pesquisa. Diferentemente do que foi considerado na nuvem de palavras da revisão sistemática, a qual evidenciou 692 palavras-chave dos autores, extraídas dos 71 artigos.

Verifica-se que na nuvem da Figura 16 se destacam três grupos de palavras, sendo a que mais se sobressaiu foi *blockchain*. No primeiro grupo, apareceram “*System, use, chain*”; no segundo, “*Data, Product, Transact Supply, information e Technology*”; e no terceiro, “*Node, Process, Smart, Network, Energy e Contract*”. Todas são palavras-chave que retratam os produtos e serviços que estão utilizando a tecnologia *blockchain* e os aspectos positivos de seu uso.

Conclui-se que são vocábulos que vão ao encontro da tecnologia *blockchain*, com as principais possibilidades de aplicações associadas à sua utilização nos diversos segmentos do agronegócio, como nos registros das informações na rede. Na Figura 17, faz-se uma análise de *cluster*.

Figura 17 - Análise de *cluster*



Fonte: elaborada pela autora (2020).

A análise de *cluster* teve como objetivo agrupar textos e palavras similares, sendo que foi realizada uma avaliação hierárquica de agrupamento de Fellows (2018), por meio do Método de Ward. Buscou-se formar grupos de maneira a atingir sempre o menor erro interno entre as palavras que compõem cada grupo, ou seja, o método busca o mínimo desvio-padrão entre os dados.

A escolha da quantidade de grupos foi feita a partir do dendograma, que é uma ferramenta correta para definir o número de grupos, uma vez que uma boa classificação pode ser obtida ao se cortar o dendograma em uma zona onde as separações entre classes correspondam a grandes distâncias. Para tanto, formou-se oito grupos estreitamente relacionados, cada um composto pelas palavras que têm mais similaridade entre si: quanto mais próximo de 1, maior a semelhança entre os termos. Assim, vocábulos que tendem a aparecer juntos são combinados e se relacionam entre eles mesmos, e aqueles que são independentes, tendem a ser combinados no final do processo de agrupamento.

As palavras mais frequentes do estudo são “*Blockchain e System*”, as quais não são agrupadas a nenhum outro termo devido à sua alta frequência entre os textos. No entanto, é interessante notar que elas aparecem sozinhas, mas estão diretamente relacionadas com os demais grupos. A tecnologia *blockchain* é um *software* formado por componentes de um computador ou um sistema de processamento de dados, no qual todas as informações são inseridas e validadas por mineradores, fornecendo um sistema transparente e eficiente.

Logo, pode-se registrar e analisar dados de forma automática, disponibilizando um banco de dados seguro e imutável, em que cada bloco de uma *blockchain* possui *Data, Hash e Previous Hash* que evitam a falsificação de documentos. Ela utiliza, similarmente, a criptografia aplicada como um elemento de ligação entre os blocos.

Tem-se um conjunto de expressões com maior semelhança, que consistem nos termos como *Transact, Block, Network*, os quais estão mais próximas, mostrando uma forte relação entre si, posto que a tecnologia necessita de uma rede de organizações para que possa ser implementada. Todavia, não é possível sua aplicação em uma única organização ou empreendimento.

O conjunto de termos com as palavras *Chain, Use, Information, Technology* está relacionado aos fatores de uso da aplicabilidade da tecnologia *blockchain*. Compreende-se que esta encontra nas cadeias produtivas do agronegócio um enorme potencial de aplicação, em virtude de ser composta por partes: bloco, corrente e rede. Em cada bloco, registra-se todas as transações, e cada cadeia de bloco é um *hash* que liga um bloco a outro.

Tendo em vista, a análise de dados realizada, identificou-se que a *blockchain* impacta positivamente nas cadeias produtivas do agronegócio, posto que a mesma é uma plataforma de gerenciamento de informações. Para tanto, o uso da tecnologia torna mais simplificadas as operações para os participantes das cadeias produtivas dos diversos segmentos do agronegócio, podendo identificar e dimensionar investimentos e ter mais controle dos registros de cada elo da cadeia. Por fim, essa relação de negócios baseados em uma *blockchain*, trará maiores ganhos, menores custos e redução do tempo, já que as informações são processadas em tempo real. Na próxima seção, expõe-se as análises das entrevistas realizadas com especialistas.

4.4 ANÁLISES DAS ENTREVISTAS

Esta seção apresenta os resultados obtidos mediante entrevistas realizadas com especialistas, tem-se o intuito de responder ao problema e aos objetivos propostos nesta pesquisa. Os dados coletados foram verificados por intermédio da análise de conteúdo que, segundo Bardin (2011), fundamenta-se no desmembramento do documento em categoriais agrupadas analogicamente. A escolha por essa análise, constituiu-se no fato de que é a melhor opção quando se quer pesquisar opiniões, atitudes, crenças e valores por meio de métodos qualitativos.

Inicialmente, apresenta-se uma visão geral do que seria uma *blockchain* e seu impacto na economia, na percepção dos especialistas. Na sequência, são discutidas as principais possibilidades de aplicações dessa tecnologia nas cadeias produtivas do agronegócio, destacando as vantagens e desvantagens de seu uso. A percepção dos entrevistados é de que ela está modificando as finanças, a economia e o dinheiro, na medida em que sua força tecnológica cresce. Comparando-a com a *internet*, em seus primeiros dias, ela obteve como resultado um desenvolvimento de *software* impressionante (ESPECIALISTA 7)

De acordo com a Especialista 3, a tecnologia *blockchain* surgiu como uma grande possibilidade de disrupção, de mudar a forma como se está tratando a informação. Como por exemplo, dá-se mais confiança e autonomia aos grupos em que essas informações transitam, o que é a peça chave da *blockchain*. Então, ela tem uma possibilidade de impacto muito grande no país e no mundo, fundamentalmente, em termos econômicos.

O impacto econômico da tecnologia pode ser dividido em duas partes: primeiramente, as Criptomoedas não precisam fazer conversões de dinheiro, o que torna a *blockchain* muito importante. Já por outro lado, é que a tecnologia também nos permite, por exemplo, o armazenamento de informações com segurança, reduzindo os custos de transações entre as organizações, dado que as transações financeiras não irão exigir

papel para serem realizadas. Outro grande impacto na economia é voltado ao agronegócio, com rastreabilidade dos produtos, o qual vai ser de suma importância para toda a cadeia produtiva (ESPECIALISTA 1).

O Especialista 4 acredita que a tecnologia vai mudar a forma como os agentes econômicos se relacionam, transformando o fluxo e a troca de informações e os contratos tanto no país quanto no mundo. Nas cadeias produtivas do agronegócio, precisa-se de uma grande quantidade de contratos e de intermediários, como advogados e cartórios. Com a *blockchain*, todos esses processos serão eliminados, serão digitais e padronizados, aumentando o grau de confiança nas inovações contratuais.

Considerando a fala do Especialista 4, é possível verificar os indícios de confiança nas relações contratuais, desde que a informação na rede seja verificada por todos os participantes dela, o que elimina a necessidade de uma terceira parte confiável. Para tanto, a tecnologia *blockchain* torna as cadeias produtivas mais transparentes e com fluxo mais eficiente entre os elos.

Hoje, o impacto da economia é um traço em tecnologia, especialmente na *blockchain*. Mas, se tirar a Criptomoeda da conta, o impacto é nenhum. Contudo, ela tem um potencial gigante em termos de conseguir suportar novos modelos de ciclos econômicos, novas gerações de valor. E, aí vejo a *blockchain* como um suporte as microeconomias, dando automatização para processos que hoje não existem, as quais tem que cair em moeda fiduciária. Algumas comunidades simplesmente não têm acesso a dados digitalizados, processos que hoje ainda são feitos de maneira rudimentar. Eu vejo um potencial grande no futuro de impacto na economia alavancado por *blockchain*, não só pelo movimento das Criptomoedas. Dado que ela dialoga muito bem com os movimentos econômicos que estão acontecendo na economia colaborativa, gerando novas moedas de valor em um contexto mais global (ESPECIALISTA 7).

Na percepção do Especialista 9, a *blockchain* tem uma capacidade de transformar modelos de negócios e criar novos. “Talvez da maneira como a *internet* fez na década de 1990, como plataformas digitais fizeram nessa última década, por exemplo, todas essas grandes plataformas de *Makis Place, Amazon, Apple, Google*, e os subprodutos dessas plataformas como a *Netflix, Uber*, entre outras”. Então, elas mudaram a economia, a sociedade e a maneira de como as pessoas consomem os produtos e os serviços, como as empresas produzem e como monetizam.

Para o Especialista 8, *blockchain* é *software* de integração de dados, uma solução tecnológica que está disponível na economia. “Tem empresas que desenvolvem e se estruturam para outras empresas, ela é uma tecnologia nova e por isso ainda está sendo vista a melhor forma de incorporá-la aos negócios, isso não está 100% definido. A *blockchain* não é uma tecnologia clássica, em virtude de que serve mais para uns negócios de que para outros”. Para

tanto, há ainda incertezas dos reais impactos que essa tecnologia poderá gerar em um âmbito geral na economia.

Assim, diante das respostas apresentadas pelos entrevistados, é possível observar que a tecnologia *blockchain* ainda está em seu estágio inicial e seu impacto na economia ainda não está evidente. Com relação às dificuldades no desenvolvimento da *blockchain*, os especialistas apontam a necessidade de mão de obra especializada, como engenheiros de *software* específicos, os quais são importantes para o avanço e disseminação da *blockchain*.

Existe um déficit grande de profissionais, tanto na área de TI quanto na de Gestão da Tecnologia. E há um alto custo para a implementação da tecnologia, no armazenamento das informações, na operacionalização das atividades e na sua manutenção.

As próprias plataformas criadas, estão sendo disseminadas e existe um processo de evangelização em curso. Mas, a formação de *developers* é algo que ultimamente tem uma série de necessidades de experimentação para absorver essa tecnologia, havendo de fato um recurso humano adequado para essa tecnologia. Por outro lado, sabemos que não é só a ausência ou insuficiência de *developer* que atenderá isso. Nosso conceito, por exemplo, na filosofia do ICoLab, considera multidisciplinaridade como sendo algo fundamental para o desenvolvimento da tecnologia. Ou seja, não é um assunto só de TI, na verdade não está se trabalhando efetivamente uma solução para um problema que não é conhecido totalmente, na maioria das organizações. No entanto, certamente envolverá boa parte da governança das organizações para poder de fato superar essa dificuldade que é inicial (ESPECIALISTA 2).

Outras dificuldades citadas pelo Especialista 1 estão nas áreas que não conseguem migrar para *blockchain*. Ele cita os cartões de crédito, nos quais não se consegue colocar todas as bandeiras, uma vez que a *blockchain* ainda não tem um desempenho suficiente. Além da eficiência energética, ela consome muita energia para realizar as operações, considerando as provas de trabalhos realizadas e apresenta um desempenho inferior aos bancos de dados tradicionais. Esses são os desafios encontrados nas aplicações em *Bitcoins*, onde se tem aplicações mais consistentes da tecnologia.

Contudo, esses são alguns dos desafios de programação, há igualmente obstáculos de inserção nos negócios. Para o Especialista 5, a grande dificuldade é romper com velhos paradigmas, uma vez que a *blockchain* é uma tecnologia disruptiva, que rompe com os padrões existentes na sociedade. Mais do que uma questão de tecnologia, ela é uma rede que tem que estar em comum acordo com as regras de negócio, com as condições dos parceiros que atuarão na rede, principalmente no momento do compartilhamento das informações, nas relações contratuais e com as questões de transações e de responsabilidade (ESPECIALISTA 6).

O Especialista 3 disse que a maior dificuldade no desenvolvimento da tecnologia, muitas vezes está nas empresas menores, como as *startups*, que precisam encontrar um lugar onde consigam aplicar e fazer com que alguma instituição abra suas portas para desenvolver um pré-teste de algo que esteja sendo desenvolvido. Grandes empresas como a IBM e *Microsoft* possuem um núcleo de aplicações maiores, pois formam parcerias com outras empresas e se desenvolvem bem mais em termos de aplicação da *blockchain*.

Na percepção do Especialista 9, um grande limitador do desenvolvimento da tecnologia é a inexistência de uma plataforma vencedora, o que existe são projetos pilotos em fase inicial de aplicação, como *Blockchain IOT*, *Blockchain do Bitcoins*, *Blockchain Rapper Ledger*, *Blockchain Corda*. Não se encontra uma plataforma robusta e global que se destaque definitivamente. A tecnologia nasceu de uma lógica de ser distribuída, descentralizada e não controlada, isso quer dizer que ela é um enigma a ser vencido por esses modelos que estão sendo criados.

Hoje, o desenvolvimento da tecnologia sofre com a questão de ausência de padrões. Uma vez que existe várias tentativas e iniciativas e, cada uma com suas características positivas, alguns desafios e tecnicamente colocando os componentes básicos em prática, cada um à sua maneira. No entanto, acredito que a *blockchain* irá se integrar melhor nos processos já existentes, apesar de estar engatinhando ainda. A dificuldade maior, é em desenvolver uma *blockchain*, é necessário crescer coisas ao redor da solução de *blockchain* que tu escolheste. É muito difícil pegar algo que já existe, mesmo em processo de negócio e encaixar *blockchain*, e desenvolver negócio. O que se tem ainda é pouco, não dá para afirmar que já está plenamente desenvolvida, ainda é algo que está em desenvolvimento em uma velocidade bacana. Entretanto, irá acontecer no futuro, algum nível de padronização de interoperacionalidade para poder fazer com que esse custo operacional e de manutenção diminua (ESPECIALISTA 7).

Os entrevistados salientam que, para a *blockchain* se desenvolver e se fortalecer, ela deve ser usada para a finalidade a qual serve, que é um banco de dados em que se registra informações. Não existe mais a necessidade de se saber como a tecnologia funciona e sim, em como ela será aplicada nos modelos de negócios. Com relação ao seu potencial de aplicação nas cadeias produtivas do agronegócio, os entrevistados afirmaram um avanço promissor, posto que as cadeias produtivas envolvem uma grande quantidade de intermediários e de contratos em suas relações de negócios e elas surgem como um dos setores de grande aderência da *blockchain*.

O potencial de aplicação está associado à capacidade da tecnologia em fazer registros e não os mudar, sendo que após inseridas as informações na rede, elas ficam visíveis a todos os participantes. Com a *blockchain*, consegue-se percorrer toda a cadeia e saber que aqueles dados não foram adulterados.

Para o Especialista 4, a tecnologia pode ser aplicada em todas as cadeias produtivas, uma vez que todas elas envolvem contratos. “Pensando no caso da avicultura que tem uma série de contratos de integração, contratos de vendas, contrato com fornecedores, contrato com manutenção, tudo isso pode ser feito a partir da tecnologia *blockchain*”.

Conforme o Especialista 2, nos *cases* de sucesso que estão surgindo, pode-se observar que boa parte das aplicações da *blockchain* já estão nas cadeias de suprimentos, as quais envolvem a logística e a rastreabilidade e estão diretamente relacionadas ao setor do agronegócio. Há, em muitos casos, a combinação da tecnologia *blockchain* com outras tecnologias, como a IOT, o que está em experimentação. Seu próprio sistema de *drones*, que hoje auxiliam na avaliação e evolução da produção rural, são tecnologias que se complementam automaticamente junto à *blockchain*.

Para o Especialista 3, o Brasil se destaca pelo agronegócio e é reconhecido no exterior pela produção e exportação agrícolas, as quais movimentam a economia do país.

O que se precisa, é agregar valor a seus produtos, não só em forma de agricultura de precisão, que faz com que a terra produza mais, e sim fazer com que o grão chegue ao destino com um maior ganho possível. Nesse sentido, já existe diversas iniciativas de utilização da *blockchain* para esses *trek* de traslado, entender o que acontece com o grão em todo o seu transporte, tem-se como exemplo, a Bela Agrícola que em parceria com a IBM, testaram juntamente com a IOT para fazer traslado da soja. Eles evidenciaram que a soja pegava umidade nos portos e chegava nos Estados Unidos com uma qualidade inadequada e, com isso, o preço diminuía, logo eles queriam agregar valor. Com todo esse condicionamento até o acertamento dos contratos com os portos, neste caso, conseguiram um controle maior e, a responsabilidade também ficava dentro dos portos caso acontecesse uma mudança ali dentro dos containers, eles checavam a qualidade da integração do sistema. Contudo, eles conseguiam entregar um grão de melhor qualidade e ganhar muito mais com isso. Ademais, esta aplicação ainda está em fase teste, ou seja, estão trabalhando no piloto. (ESPECIALISTA 3).

O Especialista 8 informa que a cadeia produtiva da soja tem maior potencial para a aplicação da *blockchain* devido a sua logística e distribuição, sendo que em cada etapa da cadeia é feita uma série de testes químicos no grão. Com o uso da tecnologia, vai ser possível identificar qual foi o desempenho em cada etapa do processo, podendo se saber em que momento do percurso ela perdeu propriedade, permitindo que se investigue a partir desse momento de modo a corrigir o problema. Isso quer dizer que, com a *blockchain* se consegue ter uma visão de toda a cadeia produtiva, identificando o problema e solucionando-o com maior rapidez.

Outra forma de utilizar a *blockchain*, não sendo só na qualidade do produto, é testar se realmente aquele produto veio de determinado lugar. Hoje em dia, está muito em moda os QR code nos produtos. O café, um grande exemplo disso, é a região cafeeira

de Minas no Cerrado Mineiro, eles têm um selo específico, ele te diz qual é a safra, qual fazenda, no caso, conta toda a história e o que aconteceu. A forma de funcionamento desse selo é uma por associação, ou seja, a associação vai até o produtor que quer se cadastrar, observa-se se está realmente na região do Cerrado Mineiro, faz-se algumas visitas na propriedade e verifica-se a produção e, por fim, entrega-se um selo ao produtor, afirmando que realmente possui uma determinada qualidade no café. Porém, nem toda safra que sairá de determinada fazenda é conferida, a qualidade do grão em nenhuma safra é igual a outra, ou seja, o solo pode mudar. Para isso, serviria a *blockchain*, para dar mais confiança ao produto na aplicação. Ademais, a tecnologia também pode ser utilizada nas cadeias produtivas de produtos orgânicos, que são um grande potencial de expansão da *blockchain*, pois, são produtos que o consumidor não tem certeza do selo, bem como o selo do café (Especialista 3).

O Especialista 4 cita o potencial de aplicação da *blockchain* na certificação em fazendas de gado.

O fazendeiro coloca chips em uma criação de gado, esses chips darão um localizador e ele saberá onde estará cada boi. Dentro dessa rede distribuída, se considera cada equipamento conectado nela, como um nó da rede, assim, se cada boi que tiver um chip, consegue-se acessar pelo celular e saber qual a idade de cada um deles e, também, saber todos os dados de origem. Isso tudo fica armazenado dentro rede, na qual é possível todos acessarem e se tem a certificação. Isso irá quebrar os intermediários que existem, o criador de gado poderá, também, conseguir a certificação necessária para comprovar para China que certo boi está livre febre aftosa, por exemplo. Dessa forma, todos irão querer fiscalizar, sem precisar de toda a burocracia existente, um modelo disso, é que a Anvisa poderá ver e controlar, a partir disso, essa rede amplia-se na capacidade de processamento de todos os dados (ESPECIALISTA 4).

O grande impacto da tecnologia no agronegócio, segundo o Especialista 2, vai ser na questão sanitária e de certificação. Consegue-se atrair a confiança dos consumidores, sendo que eles irão ter todas as informações dos produtos que estão adquirindo, por isso o produto poderá ter um alto valor agregado. Para o Especialista 6, o Brasil é um grande exportador de *commodities*, mas, diversos mercados ainda são fechados para os produtos brasileiros por questões cúmplices, isto é, dificuldades em saber que tipo de processo se segue na produção.

O Especialista 6 aponta, como exemplo, a exportação e a importação de açúcar para um determinado país, no qual a cadeia se encontra em grande dificuldade para exportar sua produção. A partir do momento que se tem um processo que é reconhecido e um produto que é certificado, a abertura de novos negócios é facilitada, o que é importante para não depender de um único país. “A partir da existência desses padrões globais, têm-se mercados mais globais, reduzindo dependências de um único mercado, isso, teoricamente, facilita o preço em que se possa exportar para mais de um país e com flexibilidade em termos de negociação”.

Para tanto, é importante que se tenha redes que possam ter processos negociáveis, o diferencial é a padronização nos processos de produção. A tecnologia *blockchain* é uma aliada

na diferenciação do produto e no favorecimento de abertura de novos mercados. Os especialistas mencionam o agronegócio como um setor de grandes possibilidades de aplicação da *blockchain* em termos técnicos para gerar valor ao produto. No entanto, vai depender do modelo de negócio e do tipo de cadeia produtiva. Agronegócio é um segmento que adota tecnologia em menor velocidade, o que torna o setor mais lento na adoção da tecnologia.

Quanto à inovação das cadeias produtivas com a utilização da *blockchain*, segundo os especialistas, vai acontecer na medida em que os bancos de dados vão sendo ampliados, aos quais o comprador, o intermediário e o consumidor final tenham acesso em toda a cadeia produtiva. Isso quando as cadeias produtivas pensarem de forma descentralizada e incluírem seus clientes dentro de seus modelos de negócio, mediante incorporações autônomas e descentralizadas. A tecnologia *blockchain* tem a ver com a não fraude dos dados, ela permite uma maior transparência das informações, evitando a corrupção e qualquer adulteração das informações (ESPECIALISTAS 5, 7, 9 e 10).

O Especialista 10 deu como exemplo a cadeia do vinho internacional, que perde milhões de dólares anuais devido a fraudes e adulterações na qualidade, desde seu ponto de origem até o consumidor final. Com o uso da *blockchain*, isso poderá ser evitado, uma vez que a tecnologia gera mais segurança à cadeia produtiva.

As cadeias produtivas podem inovar com o sistema de rastreamento, ou seja, rastreabilidade da origem do produto, na qual a tecnologia *blockchain*, permite que você crie um sistema para identificar. Já existe algum estudo de caso com aplicação de rastreabilidade, em que o consumidor com o seu celular, pode fazer uma leitura com QR code do produto, no qual ele irá visualizar todo o histórico, dependendo do tipo de produto e, ao mesmo tempo, checar o nome do produtor responsável pela produção. Isso facilita, também, a certificação. Hoje, nós temos a certificação de ISO e certificação orgânica, ou seja, contribuem para a própria confiabilidade da origem dos produtos, já que todos os participantes do bloco serão parceiros, sendo assim, obterão um maior grau de confiança nas informações inseridas no sistema. A proteção é inerente e é dada pela tecnologia que até o momento é tratada como inviolável. Como exemplos, são os casos dos contratos, sejam de compra ou de serviços e bens finais, também podem ser utilizados direto na comercialização desses produtos, no qual pode ter uma mudança na redução dos custos na comercialização de insumos, nas questões ambientais, na certificação e outras áreas, na agricultura de precisão que podem ser feitos com base na tecnologia *blockchain* (ESPECIALISTA 4).

As cadeias produtivas precisam estar muito mais integradas e, a *blockchain* auxiliará com que o processo todo, desde o produtor até chegar à mesa do consumidor, seja integrado. Acredito que a inovação é necessária para diminuir o desperdício, para aumentar a qualidade e a segurança do consumidor em relação ao produto, embora, a *blockchain* poderá ser, também, para cadeias curtas. Em pouco tempo, conseguirá ser utilizada por pequenos produtores, fazendo com que gere um acolhimento entre eles. O pequeno produtor, utilizará a tecnologia para ter uma margem de segurança, um exemplo, é que na cadeia leiteira, o pequeno produtor vende para o grande produtor, dessa forma, nesse trajeto precisa-se de uma maior segurança. Talvez a implantação para pequenos produtores ainda demora, no entanto, ela irá acontecer (ESPECIALISTA 3).

Para os especialistas, a abertura de novos mercados é uma oportunidade que a *blockchain* oportuniza para as cadeias produtivas do agronegócio, em virtude de a tecnologia proporcionar garantias no produto final, em termos de transparência e certificação de sua origem. Existe um grau de fragilidade muito grande nas cadeias produtivas de um modo geral, uma vez que sempre estão tendo problemas com algum tipo de alimento, como o leite, a carne, o queijo e mais recentemente, com a cerveja.

Para o Especialista 9, “embora os alimentos serem a essência básica de qualquer sociedade e que mantém as pessoas vivas, não se tem absolutamente nenhuma certeza da origem e da qualidade dos produtos que estão sendo consumidos.” Contudo, existe uma possibilidade gigantesca de algumas empresas e de indústrias agroalimentares se destacarem no quesito garantia de qualidade de seus produtos por meio da tecnologia *blockchain*.

Referentemente aos tipos de cadeias produtivas que estão propensas à adoção pela *blockchain*, cita-se a cadeia de grãos, por ela ter um grande volume de produção e por ser um dos principais vetores de geração de renda no Brasil. Eles também apontam aquelas que, de alguma forma, trabalham com produtos diferenciados e de alto valor agregado, essas são as primeiras que estão sendo embarcadas, considerando-as pelo investimento, desde o momento em que se tem uma diferenciação no produto.

Todas as cadeias produtivas, para os Especialistas 6 e 4, estão aptas a adotar a tecnologia, pois são uma cadeia com um sistema produtivo muito mais organizado e integrado, tanto da parte do produtor quanto dos provedores de insumos e dos próprios clientes. Elas estão muito mais articuladas do que outros modelos de negócios. O que vai mudar com o uso da *blockchain* é a forma de relacionamento desses agentes, e o fluxo de informações vai se tornar mais rápido, seguro e transparente.

Blockchain é uma ferramenta que poderá facilitar todas as transações existentes nas cadeias produtivas do agronegócio, beneficiando-as com aumento nos valores. Essas cadeias têm muitos atores envolvidos, com níveis de incertezas e de capacidade de comportamentos oportunistas acentuados, necessitando de mais registros e controles. Desse modo, a tecnologia proporcionará mais garantia nos registros que estarão inseridos na rede.

Consoante os especialistas, muitos produtos derivados da tecnologia *blockchain* estão sendo desenvolvidos, da mesma forma como estão surgindo serviços nos setores do agronegócio, tais como rastreabilidade e armazenamento de informações. Igualmente, estão sendo realizados testes com a tecnologia como ferramenta para o controle dos produtos até

chegar ao consumidor final. Outros produtos citados foram os contratos inteligentes e o uso de Criptoativos (Criptomoedas), para os quais já existem iniciativas no agronegócio.

Nas palavras do Especialista 6, uma série de produtos e serviços estão disponíveis para o segmento do agronegócio.

Sobre produtos e serviços, é destacado o termo rede, e cada rede é feito para um dado conjunto de participantes com objetivos em comum. Dessa forma, tem-se a rede de *Food-trust*, que talvez seja a nossa maior rede global de alimentos, existem centenas de produtos cadastrados, diversos tipos de produtos, desde hortaliças até carnes congeladas, ou seja, são produtos advindos do agro. A *Farmer Connect* é uma rede específica para produtores de café, é dado uma nova experiência, na qual o cliente pode dar uma nota para o café que ele recebeu, como se faz com vinho, podendo contribuir com projetos sociais e ver a rastreabilidade do produto. Existem, também, as correntes, que estão montando as suas próprias redes de bloqueio, além disso, são encontradas outras redes que não foram desenvolvidas pela IBM, que estão sendo usadas para fins específicos, isto é, algum tipo de produto ou mercadoria em que já existem concorrentes (ESPECIALISTA 6).

Na *Satisfied Vagabonds* é feito algo diferente, envolve-se a rastreabilidade, entretanto, nós fazemos o seguinte: criamos as redes descentralizadas e autônomas, integrando o consumidor e o agricultor dentro dessa cadeia de negócios, de maneira que um consumidor poderá receber parte do lucro de todo esse negócio, ou seja, ele também será o dono desse sistema, então, não será apenas um consumidor passivo. Além disso, criamos moedas sociais semelhantes as milhas aéreas, que servem para incentivar determinadas ações para alcançar o objetivo do sistema, estamos fazendo isso na área da agricultura regenerativa, algo que é mais além da agricultura orgânica, ou seja, estamos criando novos modelos de negócio descentralizados (ESPECIALISTA 10).

A maioria dos projetos que estão em desenvolvimento com o uso da tecnologia *blockchain* confirma os tipos de aplicações encontrados nos estudos científicos analisados nesta pesquisa. Nesse sentido, todas as soluções que estão sendo desenvolvidas contribuem para geração de transparência e segurança das informações, tornando o processo de negociação dos segmentos do agronegócio muito mais rápido. Atualmente, as transações ainda são bastante lentas devido à quantidade de atores envolvidos no processo. Então, diante do exposto, a *blockchain* possui uma forte possibilidade de aplicação nas cadeias produtivas do agronegócio.

Com relação ao desenvolvimento e à comercialização da *blockchain*, os especialistas salientam que existem muitos *cases* que estão sendo explorados e colocados à disposição de interessados em implementá-los. Faz-se uma exposição de seus benefícios, os quais dependem de uma série de atividades. É necessário ter uma concepção de redes descentralizadas envolvidas com um objetivo em comum, para que se possa adotar a tecnologia de forma compartilhada.

Então, são etapas dentro do desenvolvimento de uma solução que requer alguma avaliação mais criteriosa de solução para implementação da tecnologia. *blockchain*

não é um pacote na prateleira, ela depende de uma série de avaliações preliminares, antes de efetivamente ter um projeto executivo. Nós já estamos aí criando, temos a nossa metodologia própria. A primeira etapa é para se avaliar efetivamente, se tem sentido ou não o uso da tecnologia; se de fato, a tecnologia vai contribuir e como que ela pode contribuir para o que está sendo buscado. A partir dessa primeira etapa que envolve uma análise de aderência e aplicabilidade, pode se ter o desenvolvimento de uma prova de conceito, isto é, a arquitetura, que está sendo analisada. Arquitetura de *blockchain* combinada com uma arquitetura de solução, ou seja, é fazer uma conexão de banco de dados que requer condição de alguns *APIS*. Tudo isso pode ser trabalhado dentro da segunda etapa, a partir da prova do conceito. Uma vez que isso é observado de fato, e se tem certa lógica do que está sendo pretendido, parte-se para a terceira etapa, na qual é se faz a elaboração dos projetos executivos e como isso vai ser implantado. Os executivos envolvem tanto a parte de TI como todos os itens de necessidade, que serão trabalhados dentro dos setores executivos. A quarta etapa é parte de implantação que prevê se possui uma tecnologia meio integrada com outra, nessa etapa faz-se a implantação. A quinta etapa, seria o acompanhamento e monitoramento, como vai evoluir dentro de certo tempo e qual é a necessidade de aperfeiçoamento do que pode ser feito, isso seria uma solução complementar (ESPECIALISTA 2).

Conforme a Especialista 3, estão surgindo *estartupes* com ideias para implementação da *blockchain*, elas se aproximam de empresas do agronegócio em feiras e congressos. Têm, similarmente, grandes empresas como a IBM, *Microsoft* e SAP que possuem seus próprios laboratórios, contatam todos os clientes apresentando uma proposta de implementação de uma *blockchain* e formam uma parceria para testar um projeto piloto da tecnologia.

Temos como exemplo, o caso do *Food-trust*, você entra no *Website* e dependendo do seu tipo de problema vai existir um plano específico para você. Se você é um pequeno produtor, talvez possa colocar suas informações de graça, colocando uma planilha num dado formato. E, se você for uma grande cooperativa, é um outro plano, pois terá uma quantidade maior de dados, com outros tipos de problemas para serem resolvidos. Já existem esses perfis de negócios, quando você acessa site da IBM *Food-trust*, se você resolve embarcar sozinho e se quiser reduzir os custos com todos os tutoriais, ou você pode comprar um plano que tem um consultor e fora a tecnologia, vai ter alguém que vai estar te ajudando a entender os processos e fazer embarcar e utilizar a solução. A *Food-trust* é uma rede que já está madura e que está aberta para você acessar e usar, no entanto, existem outras que estão sendo desenvolvidas no estágio inicial, como a *Farmer Connect*, que estão trabalhando ainda com alguns produtores de café, mas que está aberta e no futuro abrirá para outras marcas e para outros produtores (ESPECIALISTA 6).

Para que ocorra esse desenvolvimento e a comercialização da *blockchain*, segundo os especialistas, são necessárias algumas etapas preliminares de exposição desses benefícios, de maneira que a adesão seja espontânea, e não é necessariamente levar uma solução para um problema desconhecido. Contudo, o que está sendo proposto é na parte de instrução de análise de aderência ou uma prova de conceito para implantação dessa tecnologia no agronegócio.

Para que a *blockchain* transforme o modo de como se faz negócios, considerando suas características, confiabilidade, auditabilidade, imutabilidade e autenticidade dos dados, é preciso, consoante os especialistas, que ocorra uma inovação nos modelos de negócios

existentes, o que dependerá de uma mudança cultural e comportamental de todos os agentes envolvidos no processo.

No que salienta a Especialista 3, “todos os agentes estão acostumados a registrar todas as ações e as informações em papéis e, com a tecnologia *blockchain* isso não será necessário, não vai existir”. A *blockchain* é compreendida como um sistema de base de dados, mantido de modo descentralizado, em que todos são responsáveis por armazenar ou manter as informações (RIBEIRO 2017).

Para o Especialista 2, a inovação nos modelos de negócios se diferencia na medida em há conectividade em todas as partes envolvidas no processo. “As cadeias produtivas do agronegócio, tem que ter uma modelagem de conexão com todos os setores que dão suporte, sejam eles financeiros ou ligados a extensão rural ou adoção tecnológica e aquisição de insumos, entre outros”.

A *blockchain* necessita que os atores sejam cada vez mais integrados em um modelo de negócio ou de uma cadeia produtiva. Condiz com um pensamento muito mais amplo nos modelos de negócios existentes e, caso isso não ocorra, a *blockchain* não vai ser utilizada como deveria. O modelo de negócio tem que estar adaptado à tecnologia que se absorve, não só na questão da *blockchain*, mas em qualquer outra (ESPECIALISTA 4).

O uso e a utilização da *blockchain* vai depender da inovação, ela só vai acontecer se houver uma inovação de modelo de negócio. Um exemplo é a tecnologia que tem em uma plataforma de *streaming* de música ou de filmes, como *Netflix e Spotify*, ela é diferente. Assim, tecnologia por tecnologia tem de todos os sabores, o problema não é ela em si, pois se tem de forma abundante e disponível, os problemas são os modelos de negócios (ESPECIALISTA 9).

Conforme o que foi apontado pelos especialistas, fica evidente que, para utilizar a *blockchain*, é preciso mudança nos modelos de negócio. Não é diferente no agronegócio, pois as cadeias produtivas terão que repensar o seu modo de fazer seus registros, nos quais a *blockchain* poderá ser uma importante aliada no armazenamento e na segurança dos dados, facilitando todo o processo de gestão nas transações realizadas. Nesse contexto, deve-se repensar esses modelos, discutindo as relações de confiança entre os atores, as oportunidades de digitalização da cadeia e as necessidades de redução de custos e eficiência dos fluxos.

No que tange à percepção dos especialistas quanto às possíveis estratégias de redução dos custos transacionais com o uso da *blockchain*, é salientado que esses custos serão reduzidos pelas características da tecnologia, já que ela proporciona uma maior confiança, transparência

e imutabilidade dos dados. Destarte, seu uso proporciona maior otimização dos processos e, conseqüentemente, a redução dos custos, devido à melhor governança das informações.

A própria tecnologia já faz a redução dos custos de transação, o que talvez você tenha, na verdade, não seria o custo de transação, mas o custo de entrada. Os agricultores não estão preparados para isso e para ligar todos os agentes que participam das cadeias produtivas do agronegócio, tem um custo de entrada, o qual seria relativamente alto nesse momento, pois é a aprendizagem da tecnologia. Um exemplo seria o custo de melhoramento da estrutura da área rural, precisa-se de um bom acesso à *internet*, mas o que a tecnologia vai fazer é a redução dos custos de transação dos negócios em todas as ações e transações realizadas (ESPECIALISTA 4).

Na *blockchain*, quando a gente compartilha informação, a gente tem os processos mais rápidos e você tem menos pessoas trabalhando. É um processo de automação, se é preciso mandar um documento impresso de parte para parte, não é necessário mais de uma pessoa para ficar checando aquilo, as transações de compra e venda se tornam mais simples com menos trabalho, mais rápido e mais barato, por exemplo. A parte também de rastreabilidade de fazer os processos *compliance*, os quais são bastante custosos. A partir do momento que você tem assinaturas digitais, é mais fácil e mais barato ao invés de ser manualmente, com uma pessoa checando um pedaço de papel (ESPECIALISTA 6).

São dois pontos interessantes, quando se fala sobre estratégia, eu penso sobre governança por conveniência, isso significa que no primeiro passo, cada parte envolvida não precisa compartilhar integralmente todas as suas informações ou todos os seus dados, mas sim, exclusivamente aquilo que interessa e com cada necessidade. Outra estratégia que eu acho interessante, é a questão de flexibilização, ou seja, a livre entrada e saída de qualquer indivíduo dentro de uma rede que envolve uma *blockchain* pública e uma *blockchain* privada, acredito que essa facilitação de entrada e saída, é uma estratégia que deixa todo muito mais seguro a participar de uma rede de *blockchain* (ESPECIALISTA 2).

No que diz respeito aos custos de transações, a Especialista 3 destaca que não são só diminuídos os custos de produção, mas todo o periférico em volta das negociações. Segundo ela, os custos diminuem em virtude de que todo o processamento de entrada e saída das negociações tem muito mais segurança para tomada de decisão, por ter um ambiente de confiança criado em função do uso da *blockchain*.

Outrossim, essa tecnologia coloca uma camada de confiança e transparência nas relações contratuais, que ainda são realizadas por contratos de verificação e comprovações mais burocráticas. Vive-se momentos em que a sociedade quer mais agilidade e praticidade, ou seja, incorporar tecnologias, poderá fornecer velocidade aos processos que levam em média três dias para serem concluídos, com a *blockchain* eles poderão ser realizados em um dia (ESPECIALISTA 9).

Na compreensão dos especialistas, os custos de transação diminuem no momento em que ocorre uma melhor governança das informações. A tecnologia *blockchain* propicia essa governança entre os atores envolvidos nas negociações. Para tanto, as cadeias produtivas

integradas possibilitam um melhor fluxo de informações, redução dos custos e maior valor agregado aos produtos, em função da veracidade das informações e da eliminação de intermediários.

A estratégia para reduzir custos de transações entre os membros é digitalizar a cadeia produtiva desde a saída, para que haja transparência e auditabilidade dos dados e, por conseguinte, maiores ganhos. Identificou-se que a *blockchain* influencia positivamente a Governança da Informação e os Custos Transacionais de qualquer negócio, devido às suas características que permitem maior garantia e transparência da informação e pela possibilidade de modificar diferentes processos transacionais, tornando-os mais simples e rápidos. Ela permite melhorias na eficiência econômica e na governança.

No tocante ao acesso do agricultor à tecnologia *blockchain*, os especialistas salientam que ela vai chegar até ele, seja pelo meio público, seja pela grande empresa, seja pelas cooperativas, as quais fazem parte dos segmentos do agronegócio. Segundo o Especialista 5, “os produtores precisam enxergar que às vezes agindo no coletivo é mais vantajoso que agindo individualmente.”

O agricultor conectado a uma cooperativa, a outro consórcio, a um condomínio ou a tudo aquilo que envolve algum tipo de associação, terá essa tecnologia para melhorar, facilitar e dar maior transparência ao processo de governança. As cooperativas têm poder de negociação com os mercados interno e externo, favorecendo os pequenos agricultores. O Especialista 6 avulta os modelos desenvolvidos que estão em funcionamento e que, dependendo do produto, basta o agricultor se cadastrar na rede.

Eu falo que existe duas pontas, de um lado os agricultores e do outro os consumidores, e quem movimenta a cadeia é o pessoal do meio, ou seja, os varejistas e as indústrias alimentícias. Dessa forma, se for um agricultor que quer algum diferencial em seu produto, ele poderá entrar numa dessas redes já pronta e acessar, fazer o plano gratuito, ou ele irá entrar porque a cadeia ou o fornecedor está pedindo para entrar nessa rede, ou é por questão de *compliance*. No caso, ele vai entrar porque a cadeia dele faz parte ou ele quer ter algum diferencial e, no site basta apenas entrar e assinar, ver todo o processo de como é feito; as informações do produto terão que ser digitadas para essa rede. Um outro exemplo, é através da cooperativa, a que tenho é a Bela Agrícola do Paraná (ESPECIALISTA 4).

O agricultor poderá ter acesso a tecnologia *blockchain* da melhor maneira possível, a ideia que tenho é criar aplicativos em que a usabilidade, a experiência do usuário seja mais fácil, ou seja, da maneira que o agricultor nem se dê conta de que está utilizando a tecnologia *blockchain*. Nós temos um produto em que por exemplo, as pequenas e microempresas da Costa Rica estão utilizando e nem percebem que é a tecnologia. O que está por trás disso é uma moeda social em *blockchain*, que serve para incentivar e fazer com que eles aprendam a gerenciar seus negócios. Para o setor agrícola é a mesma coisa, você tem que criar aplicações para que os usuários usem como se tivesse usando o WhatsApp ou Facebook, ou outra coisa que ele esteja habituado, sem ter

dificuldade para fazer o login, sem ter dificuldades para fazer as transações, as quais geralmente não são tão fáceis como alguns (ESPECIALISTA 10).

Os especialistas mencionam que os agricultores que desejarem fazer negócios utilizando a *blockchain*, poderão se destacar entre os demais, conquistando vários clientes, devido a transparência, integridade e qualidade dos produtos. Essa poderá auxiliar no compartilhamento das informações, proporcionando segurança na realização das transações, tendo todos os direitos preservados e assegurando a privacidade dos atores envolvidos na rede (SWAN, 2015; TAPSCOTT & TAPSCOTT, 2016; YERMACK, 2017).

Para os especialistas, é possível criar novos modelos de negócios que permitam ao agricultor transferir o produto para o consumidor sem intermediários. A adoção da plataforma *blockchain* dará velocidade aos processos, maior qualidade nos registros e reduzirá os custos transacionais, a otimização dos recursos e aumentará a lucratividade.

A tecnologia também propicia a expansão de mercados, devido à rastreabilidade da produção e à certificação dos produtos. Entretanto, essas formas de ganhos são reais, mas não são garantidas. Deste modo, adotá-la custa dinheiro, e o foco tem que ser transformar esses processos de adoção em um resultado real e prático em longo prazo. No tocante às vantagens da utilização da *blockchain*, os especialistas salientam que seu uso reduzirá os custos transacionais, trará maior agilidade nos processos de comercialização dos produtos, e maior confiança e transparência nas transações realizadas nos diversos segmentos do agronegócio.

O Especialista 7 afirma que utilizar a tecnologia no agronegócio já comprovou que traz benefícios, e com a plataforma *blockchain* se conseguirá automatizar todos os processos, aumentar a padronização e a qualidade dos produtos e aumentar o diferencial competitivo. O Especialista 2 argumenta “que as vantagens não são iguais para todo mundo que decide adotar a tecnologia, pois dependerá do modelo de negócio e tipo de *blockchain* que será utilizada”.

Não existe uma vantagem única para todo mundo, cada situação é diferente, irá da análise da aderência e aplicabilidade da tecnologia, pois todos os sistemas existentes requerem uma conexão. Como exemplo, é a questão da interoperabilidade, isto é a conexão das *blockchains*, algo que ainda está sendo avaliado em qual é a melhor forma de fazer essa interoperação entre as *blockchains*, e de alguma maneira elas irão se encontrar, seja nas cadeias de logística, em cadeias produtivas ou em cooperativas. Um outro ponto que me parece chave para fazer esse comparativo, é a integração entre outras tecnologias, a qual é preciso avaliar o custo comparado com os benefícios que estas tecnologias podem trazer integradas (ESPECIALISTA 2).

Entender que a blockchain tem características específicas vantajosas depende do uso que se faz das informações registradas e da qualidade das informações inseridas na rede. E, o mais importante é que esse registro pode ser disponibilizado publicamente (RIBEIRO, 2017).

No que tange às desvantagens, os especialistas destacam o alto custo da implementação de todo o sistema e da sua manutenção. A tecnologia ainda é instável por não estar padronizada, pois ainda há uma interoperacionalidade. O ingresso de uma nova tecnologia permite repensar os processos de negócios associados à anterior, uma vez que a maior parte dos ganhos advindos dessa introdução não surge imediatamente, assim como os processos que a utilizam precisam ser repensados (ROBLEH *et al.*, 2014).

Outra desvantagem é que alguns setores dentro do agronegócio terão que deixar de existir, e determinados intermediários irão desaparecer, haja vista que a tecnologia tem como característica eliminá-los. A *blockchain* segue os princípios originados pela implementação das *Bitcoins*, ela é pública e de livre acesso, sendo que o maior ganho com o seu uso está associado ao acesso aberto e à remoção dos intermediários dos processos (TAPSCOT; TAPSCOT, 2016).

É importante entender que a *blockchain* tem características específicas que podem ser vantajosas, mas dependem muito do uso que se faz dos dados registrados, bem como os tipos de informações inseridas em uma plataforma *blockchain*. Enquanto os bancos de dados tradicionais guardam, organizam e disponibilizam informações de todo tipo, ela tem um caráter voltado para a comprovação de que determinado fato realmente aconteceu, e o mais relevante é que esse registro é disponibilizado publicamente, de forma anônima, dando um cunho de auditoria ao sistema.

Diante do exposto, nota-se que a tecnologia apresenta mais vantagens do que desvantagens, ela é descrita como fenômeno de inovação disruptiva que oferece um ambiente seguro, confiável e transparente. Ela é referenciada por muitos especialistas como a possível solução para a eficiência econômica e de governança. Porém, o papel que irá desenvolver dependerá de novos modelos de negócios e do tipo de informação inserida na rede.

Considerando as diversas áreas do conhecimento e de formação dos entrevistados, foi possível identificar que não há divergências de opiniões entre eles, o que comprova o foco no desenvolvimento, aprimoramento e uso da tecnologia como base para os registros de informações, que pode auxiliar no desenvolvimento de serviços compartilhados. Fundamentando-se nas análises de mineração de texto e nas entrevistas com os especialistas, construiu-se uma síntese com os desafios e oportunidades, vantagens e desvantagens da utilização da *blockchain*, exposta no Quadro 4.

Quadro 4 - Quadro síntese

Síntese	
<p style="text-align: center;"><u>Desafios</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Eliminar intermediários; ✓ Geração de novos modelos de negócios; ✓ Mão de obra especializada; ✓ Romper com os velhos paradigmas; ✓ Inexistência de uma plataforma vencedora; ✓ Ausência de padrões. ✓ A forma como os dados da cadeia serão ✓ Coletados, tratados e guardados; ✓ Qualidade da informação inserida na rede. 	<p style="text-align: center;"><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Digitalização de toda a cadeia produtiva; ✓ Abertura de novos mercados internos e externos; ✓ Rastreabilidade e certificação do produto; ✓ Padronização do produto ✓ Diferenciação do produto; ✓ Diferencial competitivo; ✓ Integração com novas tecnologias; ✓ Simetria de informações.
<p style="text-align: center;"><u>Vantagens</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução dos custos de transação; ✓ Elimina intermediários; ✓ Redução tempo; ✓ Otimização dos recursos; ✓ Maior lucratividade; ✓ Informações inseridas na rede ficam visíveis a todos os participantes; ✓ As informações na rede não podem ser alteradas; ✓ Garantia nos registros; ✓ Descentralização; ✓ Confiança, transparência e imutabilidade dos dados; ✓ Melhor governança de informação; ✓ Melhor fluxo de informação; ✓ Otimização dos processos; ✓ Desburocratização dos processos; ✓ Mais segurança de toda cadeia produtiva; ✓ Certeza da origem e da qualidade dos produtos que estão sendo consumidos; ✓ Contratos digitais inteligentes; ✓ Confiança nas relações contratuais. ✓ Integração com novas tecnologias. 	<p style="text-align: center;"><u>Desvantagens</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto custo de implementação da tecnologia; ✓ Alto custo de manutenção; ✓ Eliminar intermediários; ✓ Inexistência de uma plataforma vencedora; ✓ Ausência de padrões; ✓ Qualidade da informação inserida na rede.

Elabora pela autora (2020).

Como exposto no Quadro 4, nota-se que a tecnologia *blockchain* apresenta muitas vantagens e oportunidades para os diversos segmentos do agronegócio, principalmente quando utilizados nas cadeias produtivas, pois envolvem uma grande quantidade de intermediários e de contratos em suas relações de negócios. O potencial de aplicação da *blockchain* está associado à capacidade da tecnologia em gerar registros e não os alterar, sendo que após inseridas as informações na rede, ficam visíveis a todos os participantes, para que façam a verificação e a validação da informação.

Além disso, a tecnologia *blockchain* pode diminuir a distância de comunicação entre pessoas, principalmente nas cadeias produtivas agrícolas, onde existem muitos elos, como processamento, armazenagem, logística e pós-venda, que precisam de uma maior veracidade das informações. A utilização da *blockchain* poderá auxiliar na segurança de dados e na redução da assimetria informacional, que reflete na diminuição de custos transacionais. Para Roman (2018), essa está relacionada ao aumento dos riscos e à perda do valor de mercado de um determinado produto ou organização, dado que a tecnologia está baseada na descentralização do controle das informações.

Ademais, se todas as transações realizadas em uma cadeia produtiva forem colocadas em uma *blockchain*, essas informações não seriam assimétricas para nenhum elo da cadeia, que poderiam visualizá-las em tempo real. Logo, a *blockchain* pode ser vista como uma oportunidade de registro de dados com melhor confiabilidade.

Como desafios para a implementação da tecnologia, segundo as entrevistas realizadas, são a ausência de padrão da *blockchain* e o rompimento dos velhos paradigmas e veracidade da informação inserida na rede, o que causa uma demora em sua aceitação. Como desvantagem, destaca-se o alto custo de implementação e de manutenção da tecnologia *blockchain*.

Mesmo a tecnologia *blockchain* parecendo uma solução para diversos modelos de negócios realizarem suas transações, ela ainda tem desafios e limitações técnicas que precisam ser verificadas e testadas. Além disso, há lacunas no conhecimento desta tecnologia, uma vez que existem poucos estudos que relatam as principais possibilidades de usos e benefícios, dado que a grande maioria dos estudos está em teste de aplicação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou identificar o uso e a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* nos segmentos do agronegócio. Seus objetivos específicos foram mapear esse uso e essa aplicabilidade; analisar as vantagens e desvantagens da utilização da *blockchain* no agronegócio; e identificar seus desafios e oportunidades.

Para responder à questão de pesquisa e cumprir com o objetivo proposto, utilizou-se a metodologia exploratória de cunho quali-quantitativo, estruturada em três etapas. Primeiramente, realizou-se uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática da literatura. Na sequência, fez-se o “*text mining*” dos artigos previamente selecionados e se aplicou entrevistas com especialistas envolvidos em projetos relacionados com a tecnologia *blockchain*. Diante das análises dos dados coletados e das informações obtidas, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados. E a metodologia utilizada propiciou identificar o uso e a aplicabilidade da *blockchain* no agronegócio.

No que se refere aos resultados apresentados, com base nas análises bibliométricas, verificou-se que o tema é crescente na academia nos últimos anos. No entanto, com relação à análise dos estudos, foi possível aferir, que, embora a tecnologia *blockchain* tenha surgido há mais de dez anos, a discussão sobre sua aplicação no contexto do agronegócio ainda é muito recente, em virtude de que todos os artigos encontrados foram publicados a partir de 2016.

Constatou-se que a grande maioria das publicações está concentrada nas áreas de Ciência da Computação e Engenharia, o que se justifica pelo fato de a *blockchain* ser uma tecnologia que necessita de desenvolvedores de *softwares* para criar modelos que se adaptem às necessidades demandadas. Quanto aos países líderes em pesquisa, a China se destacou, ficando em primeiro lugar em índice de publicações (39%), seguida dos EUA (25%). Ressalta-se que o destaque desses países se deu porque neles se encontram as instituições que possuem pesquisas relacionadas e é neles que são feitos investimentos significativos na área de tecnologia, além de serem referência mundial em inovação.

É relevante registrar que a pesquisa sobre o uso da *blockchain* nos segmentos do agronegócio ainda está em estágio inicial, incluindo sua experimentação. No caso deste estudo, encontrou-se, nas análises dos artigos e das entrevistas com especialistas em *blockchain*, protótipos de laboratório que estão em teste de aplicação. Há diversas aplicações da tecnologia em fase de “prova de conceito” e poucas implementadas em grande escala. Existem outras possibilidades de aplicação, uma vez que seu potencial no momento pode não ser corretamente estimado, por ainda ser uma tecnologia emergente.

Mediante a pesquisa de campo, foi possível verificar que a *blockchain* tem despertado o interesse dos especialistas em explorar a tecnologia. Identificou-se, em suas falas que diversas empresas ligadas ao agronegócio tanto no Brasil quanto em outros países estão com projetos em teste com o uso dessa tecnologia, isso corrobora a disseminação da *blockchain*. Foram identificadas evidências de que ela traz inúmeros benefícios quando utilizada nas cadeias produtivas do agronegócio, diminuindo intermediários, reduzindo custos transacionais e melhorando os processos como um todo.

É possível concluir, com base nas palavras dos especialistas, que existem influências positivas para a governança de informações e redução nos custos transacionais, independentemente da estrutura de *blockchain* utilizada, por causa de suas características que comportam maior transparência e maior segurança de informação. Além disso, ela possibilita a transformação de diferentes processos transacionais, tornando-os mais simples e rápidos. Diante disso, o uso da *blockchain* nas cadeias produtivas do agronegócio poderá facilitar a colaboração de forma segura e confiável entre os participantes envolvidos nas redes de negócios.

A *blockchain* é uma tecnologia em desenvolvimento nos diversos setores, com várias possibilidades de aplicação e vastas vantagens, como: o aumento da confiança, a redução de riscos nas transações, menor burocracia, redução dos custos em razão da eliminação de intermediários, diminuição dos riscos e de fraudes e maior privacidade devido aos controles rigorosos que são feitos com muito mais segurança, pelo fato da imutabilidade dos dados. Cada bloco é interligado ao bloco anterior por processos criptográficos, todos os dados são públicos e qualquer usuário poderá adicionar dados a ele na forma de uma transação.

É importante salientar que os resultados apresentados nesta pesquisa são limitados a estudos científicos e as entrevistas com especialistas em *blockchain*. As escolhas dos artigos foram feitas por aqueles que continham as palavras-chave estipuladas pela pesquisadora em apenas duas bases de dados, a *Scopus* e a *WoS*, que foram escolhidas por serem plataformas de relevância e com maior número de periódicos indexados. Apresentou-se, então, resultados distintos, já que não foram considerados todos os tipos de documentos e outras bases de dados.

Os dez especialistas que participaram da pesquisa foram de grande importância para o estudo, pois estavam de alguma forma envolvidos com a pesquisa, com o desenvolvimento e a implementação da tecnologia *blockchain*. Foram destacadas por eles questões importantes, validando os achados na análise bibliométrica, sistemática e na mineração de texto. Pelos resultados, determina-se que a temática é crescente, apesar de ainda ser pouco discutida no meio

acadêmico. Alguns pesquisadores vêm abordando o assunto, mas restritos a rastreabilidade e contratos inteligentes, como evidenciado nas análises, sendo necessárias diferentes investigações sobre o tema.

Sugere-se, para estudos futuros, que se explore questões como: custos de transação, governança da informação, novos modelos de negócios, assimetria de informação e utilização da tecnologia *blockchain* como ferramenta de gestão nos setores do agronegócio. Outro item que pode ser investigado é o custo de implementação dessa tecnologia.

Evidencia-se que as contribuições desta pesquisa estão alinhadas com o fato de que adoção da tecnologia *blockchain* pelos segmentos do agronegócio estão associadas a segurança e confiança das informações registradas na rede. Este estudo contribui com indicadores acadêmicos sobre a *blockchain* e seus impactos no agronegócio e na economia como um todo, originando afirmativas sobre as possibilidades de uso, aplicações da *blockchain* nos setores do agronegócio analisados na literatura científica e na entrevista com especialistas. Enfim, é esperado que os achados desta pesquisa proporcionem contribuições para sociedade e para a academia, podendo servir de referência para posteriores estudos.

REFERÊNCIAS

- ALI, R.; BARRDEAR, J.; CLEWS, R. Innovations in payment technologies and the emergence of digital currencies. **Bank of England Quarterly Bulletin**, London, v. Q3, n. 3, p. 262–276, 2014.
- ALCARRIA, R. *et al.* A blockchain-based authorization system for trustworthy resource monitoring and trading in smart communities. **Sensors**, Basel, v. 18, n. 9, [art.] 3133, 2019
- AMARO, R. Blockchain: o que é e como funciona. *In: IBM Blogs*. [S.l.], maio 2017. Disponível em: IBM Blogs <https://www.ibm.com/blogs/robertoa/2017/05/blockchain-o-que-e-e-como-funciona/> Acesso em: 19 maio 2019.
- ATZORI, M. Blockchain technology and decentralized governance: is the state still necessary? **Journal of Governance and Regulation**, Sumy, v. 6, n. 1, p. 45-62, 2017. Disponível em: http://doi.org/10.22495/jgr_v6_i1_p5. Acesso em: 11 abr. 2019.
- BADEV, A.; CHEN, M. **Bitcoin: technical background and data analysis**. Washington, DC: Finance and Economics Discussion Series. Divisions of Research Statistics and Monetary Affairs. Federal Reserve Board, 2014.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Plataforma do BC com tecnologia blockchain facilitará troca de dados na supervisão do sistema financeiro**. Brasília, DF, 11 abr. 2018. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/detalhenoticia/249/noticia>. Acesso em: 3 jun. 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 229 p.
- BECK, R. *et al.* Blockchain: the gateway to trust-free cryptographic transactions. *In: EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ECIS), 24., 2016, Istanbul. [Conference proceedings ...]*. Atlanta: Association for Information Systems, 2016. Research Papers, 153.
- BEHNKE, K.; JANSSEN, M. F. **Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain**. **International Journal of Information Management**, Guildford, v. 52, [art.] 101969, June 2020.
- BESSANT, J.; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. São Paulo: Bookman, 2019.
- BISPO, E. P. F.; TAVARES, C. H. F.; TOMAZ, J. M. T. Interdisciplinaridade no ensino em saúde: o olhar do preceptor na Saúde da Família. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 18, n. 49, p. 337–350, 2014.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. **Audiência discute uso de blockchain em finanças públicas**. Brasília, DF, 31 ago. 2017a. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/CIENCIA-ETECNOLOGIA/541906-AUDIENCIA-DISCUTE-USO-DE-BLOCKCHAIN-EMFINANCAS-PUBLICAS.html>. Acesso em: 1º jun. 2019.
- BRASIL. Ministério do Planejamento. **MP realiza conferência sobre tecnologia Blockchain**. Brasília, DF, 2017b. Disponível em:

<http://www.planejamento.gov.br/noticias/mp-realiza-conferencia-sobretecnologia-blockchain>. Acesso em: 17 jun. 2019.

BUTH, M. C. A.; WIECZOREK, A. J. A.; VERBONG, G. The promise of peer-to-peer trading? The potential impact of blockchain on the actor configuration in the Dutch electricity system. **Energy Research and Social Science**, Amsterdam, v. 53, p. 194-205, 2019.

CASADO-VARA, R. *et al.* How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 134, p. 393–398, 2018.

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

CASTRO, A. M. G. Prospecção de cadeias produtivas e gestão da informação. **Trans Informação**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 55- 72, jul./dez. 2011.

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

CHAUDHARY, R. *et al.* RBEST: blockchain-based secure energy trading in SDN-enabled intelligent transportation system. **Computers and Security**, Amsterdam, v. 85, p. 288-299, 2019.

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

CHRISTIDIS, K.; DEVETSIKOTIS, M. Blockchains and smart contracts for the internet of things. **IEEE Access**, Piscataway, v. 4, p. 2292-2303, 2016.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Panorama do Agro**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://goo.gl/i7516M>. Acesso em: 10 abr. 2020.

CORE, T. R. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 11 mar. 2020.

COUGHLAN, M.; CRONIN, P.; RYAN, F. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, London, v. 17, n. 1, p. 38–43, 2008.

DELOITTE. **Blockchain**: a technical primer. 2018. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4436Blockchainprimer/DI_Blockchain_Primer.pdf. Acesso em: 12 maio 2019.

DIEGO, B. J. Agri-food supply chain traceability for fruit and vegetable cooperatives using Blockchain technology. **CIRIEC-Espana- Revista de Economía Pública Social y Cooperativa**, Valencia, v. 95, p. 71-94, 2019.

DORRI, A. *et al.* Blockchain for IoT security and privacy: the case study of a smart home. *In: ZIA, T. A.; DOSS, R.; RANASINGHE, D. C. (ed.). Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops 2017)*. Piscataway: IEEE, 2017. p. 618-624.

DURSKI, G. R. Avaliação do desempenho em cadeias de suprimentos. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 27-38, 2003.

ESTEKI, M.; REGUEIRO, J.; SIMAL-GANDARA, J. Tackling fraudsters with global strategies to expose fraud in the food chain. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, v. 18, n. 2, p. 425-440, 2019.

FAYE, P. S. Use of blockchain technology in agribusiness: transparency and monitoring in agricultural trade. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT SCIENCE AND MANAGEMENT INNOVATION (MSMI), 4., 2017, Wuhan, China. [Proceedings ...]*. Wuhan: Wuhan University of Technology (WHUT), 2017.

FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; SANTOS, S. C. Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do Blockchain. **GESTÃO.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 15, p. 108-117, 2017. Número especial.

FIGORILLI, S. *et al.* A blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain. **Sensors**, Basel, v. 18, [art.] 3133, 2018.

FURLANETTO, E. L.; CÂNDIDO, G. A. Metodologia para estruturação de cadeias de suprimentos no agronegócio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p.772-777, 2018.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GREEN, S. **Decentralized agriculture: applying blockchain technology in agri-food markets**. 2018. Thesis (Master) - Master of Public Policy Capstone Projects, University of Calgary, Calgary, 2018.

GUPTA, M. **Blockchain for dummies**. IBM limited ed. Hoboken: John Wiley, 2017.

HERNANDEZ, R. Governo da Estônia usa blockchain para guardar registros de pacientes. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 15 abr. 2017. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/04/1875751-governo-da-estonia-usa-blockchain-para-guardar-registros-de-pacientes.shtml>. Acesso em: 12 jun. 2019.

HERRERO, D. F. **Aplicación de la tecnología BlockChain en el supply chain en los sectores industriales**. 2017. Tesis ((Máster en Logística) – Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2017.

HU, Y. *et al.* A delay-tolerant payment scheme based on the ethereum blockchain, **IEEE Access**, Piscataway, v. 7, p. 33159-33172, 2019.

HUH, J.-H.; KIM, S.-K. The blockchain consensus algorithm for viable management of new and renewable energies. **Sustainability**, Basel, v. 11, n. 11, [art.] 3184, 2019.

IAN, F. **Wordcloud**: word clouds. R Package version 2.6. 24 ago. 2018. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>. Acesso em: 10 jun. 2019.

INGO, F.; KURT, H.; DAVID, M. Text Mining infrastructure in R. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, v. 25, n. 5 p. 1-54, 2008. Disponível em: <http://www.jstatsoft.org/v25/i05/>. Acesso em: 16 jan. 2020.

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro: Dossiê Brasil Rural. **Revista USP**, São Paulo, n. 64, p. 14-27, 2015.

JANSSEN, Sander J. C. *et al.* Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: information and communication technology. **Agricultural Systems**, Barking, v. 155, p. 200-212, 2017.

KAIJUN, L. *et al.* Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology. **Future Generation Computer Systems**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 641- 649, 2018.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. **International Journal of Information Management**, Guildford, v. 52, [art.] 101967, June 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401218312118>. Acesso em: 15 jul. 2020.

KAUARK, F.; MANHÃES, F.; CASTRO, M. C. H. **Metodologia da pesquisa**: guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KIM, H.; LASKOWSKI, M. A perspective on blockchain smart contracts: reducing uncertainty and complexity in value exchange. *In*: IEEE WORKSHOP ON WORKSHOP ON PRIVACY, SECURITY, TRUST & BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES, 2017, Vancouver. **[Proceedings of the...]**. Piscataway: IEEE, 2017.

KNIRSCH, F.; UNTERWEGER, A.; ENGEL, D. Implementing a blockchain from scratch: why, how, and what we learned. **Eurasip Journal on Information Security**, Heidelberg, v. 2009, [art.] 2, 2009.

KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J.; ZHU, Q. At the nexus of blockchain technology, the circular economy, and product deletion. **Applied Sciences**, Basel, n. 9, n. 8, [art.]1712, 2019.

LIN, Y.-P. *et al.* Blockchain: the evolutionary next step for ICT E-Agriculture. **Environments**, Basel, v. 4, n. 3, [art.] 50, 2017.

LIU, L.; LI, F.; QI, E. Research on risk avoidance and coordination of supply chain subject based on Blockchain technology. **Sustainability**, Basel, v. 11, [art.] 2182, 2019.

- LU, H. *et al.* Blockchain technology in the oil and gas industry: A review of applications, opportunities, challenges, and risks. **IEEE Access**, Piscataway, v. 7, p. 41426-41444, 2019.
- LUCENA, P. *et al.* A case study for grain quality assurance tracking based on a blockchain business network. *In: SYMPOSIUM ON FOUNDATIONS AND APPLICATIONS OF BLOCKCHAIN*, 2018, Los Angeles. Proceedings of the [...]. Los Angeles: FAB, 2018. p. 1–6.
- MAECHLER, M. *et al.* Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.1.0, (2019).
- MAO, D. *et al.* Novel automatic food trading system using consortium blockchain. **Arabian Journal for Science and Engineering**, Dhahran, v. 44, n. 4, p. 3439-3455, 2019.
- MAO, D. *et al.* Credit evaluation system based on blockchain for multiple stakeholders in the food supply chain. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 15, n. 8, [art.] 1627, 2018.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- METTLER, M. Blockchain technology in healthcare: the revolution starts here. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-HEALTH NETWORKING, APPLICATIONS AND SERVICES, HEALTHCOM*, 18., Munich, 2016. [**Proceedings...**]. Munich: IEEE, 2016. p. 1–3.
- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, [London], v. 4, [art.] 1, 2015. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA-P%20Statement%20-%20Moher%20Sys%20Rev%20Jan%202015.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- MOMO, F. S. **Blockchain**: efeitos nos custos de transação, a partir da governança da informação. 2019. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- MONDAL, S. *et al.* Blockchain inspired RFID-based information architecture for food supply chain. **IEEE Internet of Things Journal**, Piscataway, v. 6, n. 3, p. 5803-5813, 2019.
- MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. **Mineração de textos**. Goiânia: Instituto de Informática. Universidade Federal de Goiás, 2007. (Relatório técnico, INF 005/07).
- MOUGAYAR, W. **Blockchain para negócios**: promessa, prática e aplicações da nova tecnologia da internet. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. 224 p.
- MUNIR, M. S.; BAJWA, I. S.; CHEEMA, S. M. An intelligent and secure smart watering system using fuzzy logic and blockchain. **Computers & Electrical Engineering**, Oxford, v. 77, p. 109-119, 2019.
- MUNSING, E.; MATHER, J.; MOURA, S. Blockchains for decentralized optimization of energy resources in microgrid networks. *In: 2017 IEEE CONFERENCE ON CONTROL*

TECHNOLOGY AND APPLICATIONS (CCTA), 2017, Mauna Lani. [Proceedings...]. Piscataway: IEEE, 2017. p. 2164–2171.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin**: a peer-to-peer electronic cash system. [2008]. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

NOFER, M. *et al.* Blockchain. **Business Information Systems Engineering**, [Wiesbaden], v. 59, p. 183-187, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0467-3>. Acesso em: 12 nov. 2019.

PAECH, P. The governance of blockchain financial networks. **Modern Law Review**, London, v. 80, n. 6, p. 1073–1110, 2017.

PAIVA SOBRINHO, R. *et al.* Tecnologia blockchain: inovação em pagamentos por serviços ambientais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 33, n. 95, p. 151-175, 2019.

PATIL, A, S. *et al.* Framework for blockchain based secure smart green house farming. *In*: PARK, J. J. (ed.). **Advances in computer science and ubiquitous computing**. Singapore: Springer, 2018. p. 1162-1167.

PENNING, R. V. **Dutch blockchain coalition**: action agenda dutch blockchain coalition. Version 2. June 2017. Disponível em: <https://dutchblockchaincoalition.org/en/news/reconnaissance-of-juridical-implementations-of-smart-contracts>. Acesso em: 15 jun. 2019.

PETERS, W. G.; PANAYI, E. Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: future of transaction processing and smart contracts on the internet of money. *In*: TASCIA, P. *et al.* (ed.). **Banking beyond banks and money: a guide to banking services in the twenty-first century**. Cham: Springer, 2016. (New Economic Windows). p. 239–278.

PEDERSEN, Thomas L. **Ggraph**: an implementation of grammar of graphics for graphs and networks. R package version 2.0.0. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ggraph>. Acesso em: 2 abr. 2020.

PIGINI, D.; CONTI, M. FC-based traceability in the food chain. **Sustainability**, Basel, v. 9, [art.]1910, 2017.

PREDEBON, E.; SOUSA, P. As organizações, o indivíduo e a gestão participativa. *In*: SEMINÁRIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS, 2., 2003, Cascavel. **Anais [...]**. Cascavel: UNIOESTE, 2003. p. 8.

RESHMA, K. Food traceability on blockchain: walmart's pork and mango pilots with IBM. **The Journal of the British Blockchain Association**, London, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://jbba.scholasticahq.com/article/3712-food-traceability-on-blockchain-walmart-s-pork-and-mango-pilots-with-ibm>. Acesso em: 15 ago.2019.

REYNA, A. *et al.* On *blockchain* and its integration with IoT. Challenges and opportunities. **Future Generation Computer Systems**, Amsterdam, v. 88, p. 173-190, Nov. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17329205#bib1>. Acesso em: 11 mar. 2020.

RIBEIRO, S. L. **Tecnologia blockchain: aplicações e iniciativas**. Campinas: CPQD, [2017?]. 32 p. Disponível em: https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/09/whitepaper_aplicacoes_e_iniciativas_final.pdf. Acesso em: 10 maio 2020.

ROMERO, C.; VENTURA, S. Educational data mining: a review of the state of the art. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)**, New York, v. 40, n. 6, p. 601–618, 2010.

ROMAN, D. P. **Como as blockchains podem ser utilizadas para gerar maior confiança na asseguaração de dados ambientais, sociais e de governança corporativa**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2018.

SABERI, S. *et al.* Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, London, v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019.

SALAH, K.; NIZAMUDDIN, N.; JAYARAMAN, R. Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain. **IEEE Access**, Piscataway, v. 7, p. 73295-73305, 2019.

SANDER, F.; SEMEIJN, J.; MAHR, D. The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency. **British Food Journal**, London, v. 120, n. 9, p. 2066-2079, 2018.

SANTOS, R. B. *et al.* IGR token-raw material and ingredient certification of recipe based foods using smart contracts. **Informatics**, London, v. 6, n. 1, p. 11, 2019.

SCHUETZ, S.; VENKATESH, V. Blockchain, adoption, and financial inclusion in India: research opportunities. **International Journal of Information Management**, Guildford, v. 52, [art.] 101936, 2019.

SCUDERI, A.; FOTI, V.; TIMPANARO, G. The supply chain value of pod and pgi food products through the application of blockchain. **Quality-Access to Success**, Bucharest, v. 20, p. 580-58, 2019.

SERPRO. **Serpro lança plataforma Blockchain**. Brasília, DF, 10 nov. 2017. Disponível em: <http://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2017/serpro-lanca-plataforma-blockchain-2>. Acesso em: 18 set. 2019.

SERVIÇO de transferência na blockchain chega a clientes de cinco bancos. **Cantarino Brasileiro**, São Paulo, 25 maio 2018. Disponível em: <http://cantarinobrasileiro.com.br/blog/servico-de-transferencia-na-blockchain-chega-a-clientes-de-cinco-bancos>. Acesso em: 3 jun. 2019.

SHENG, H. *et al.* Economic incentive structure for blockchain network. *In*: QIU, M. (ed.). **Smart blockchain**. Cham: Springer, 2018. (Lecture Notes in Computer Science, v. 11373). p. 120-128.

SIKORSKI, J. J.; HAUGHTON, J.; KRAFT, M. Blockchain technology in the chemical industry: machine-to-machine electricity market. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 195, p. 234-246, 2017.

SILGE, J.; ROBINSON, D. Tidy text: text mining and analysis using tidy data principles in R. **Journal of Open Source Software**, Chicago, v. 1, n. 3, [art.] 37, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21105/joss.00037>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SITTÓN-CANDANEDO, I. *et al.* A review of arquiteturas de referência de computação borda e uma proposta borda newglobal. **Future Generation Computer Systems**, Amsterdam, v. 99, p. 278-294, 2019.

SPRENG, C. P.; SPRENG, D. Paris is not enough: toward an Information Technology (IT) enabled transnational climate policy. **Energy Research & Social Science**, Amsterdam, v. 50, p. 66-72, 2019.

SWAN, M. **Blockchain**: blueprint for a new economy. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

SYLVESTER, Gerard. (ed.). **E-agriculture in action**: blockchain for agriculture: opportunities and challenges. Rome: FAO, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA2906EN/ca2906en.pdf> Acesso em: 12 maio 2019.

SZABO, N. **Smart contracts**. [S.l.], 1994. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinter school2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em: 20 set. 2019.

TALLYN, E. *et al.* Exploring machine autonomy and provenance data in coffee consumption: a field study of bitbarista. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction 2(CSCW)**, New York, [art.]170, 2018.

TAO, Q. *et al.* Food safety supervision system based on hierarchical multi-domain blockchain network. **IEEE Access**, Piscataway, v. 7, p. 51817-51826, 2019.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. **Blockchain revolution**: como a tecnologia por trás do BitCoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016. 392 p.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. How blockchain will change organizations. **Sloan Management Review**, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 10–13, 2017.

TIAN, F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT-ICSSSM 2016*, 13., 2016, Kunming. [**Proceedings ...**]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2016. p. 1–6.

TIAN, F. **An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, Blockchain and internet of things**. 2018. Thesis (Doctoral) - WU Vienna University of Economics and Business, Vienna, 2018.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence- informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, London, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TRIPOLI, M.; SCHMIDHUBER, J. **Emerging opportunities for the application of blockchain in the agri-food industry**. Rome: FAO; Geneva: ICTSD, 2018.

TSE, D. *et al.* Blockchain application in food supply information security. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT*, 1., 2017, Singapura. **Proceedings [...]**. Singapura: IEEE, 2017.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WANG, Y.; HAN, J. H.; BEYNON-DAVIES, P. Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. **Supply Chain Management**, Bradford, v. 24, n. 1, p. 62-84, 2019.

WRIGHT, A.; DE FILIPPI, P. Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographya. **SSRN Electronic Journal**, [Rochester], 25 Mar. 2015. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664. Acesso em: 14 nov.2019.

XIE, C.; SOL, Y.; LUO, H. Secured data storage scheme based on block chain for agricultural products tracking. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA COMPUTING AND COMMUNICATIONS*, 3., 2017, Chengdu. [**Proceedings ...**]. Piscataway: IEEE, 2017. p. 45-50.

YERMACK, D. Corporate governance and Blockchains. **Review of Finance**, [Dordrecht], v. 21, n. 1, p. 7-31, 2017.

YIANNAS, F. A new era of food transparency powered by Blockchain. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, London, v. 12, n. 1/2, p. 46-56, 2018. Disponível em: https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/innov_a_00266. Acesso em: 12 out. 2019.

YU, L. *et al.* Modern agricultural product supply chain based on block chain technology. **Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, Beijing, v. 48, p. 387-393, 2017.

ZENG, L. *et al.* Distributed data mining a survey. **Information Technology and Management**, New York, v. 13, n. 4, p. 403–409, 2012.

ZHANG, H.; WANG, J.; DING, Y. Blockchain-based decentralized and secure keyless signature scheme for smart grid. **Energy**, Oxford, v. 180, p. 955-967, 2019.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M. Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management. **IEEE Engineering Management Review**, New York, v. 47, n. 1, p. 36-44, 2019.

ZOU, S. *et al.* Report coin: a novel blockchain-based incentive anonymous reporting system. **IEEE Access**, Piscataway, v. 7, p. 65544-65559, 2019.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS
Mestranda Geneci da Silva Ribeiro Rocha

Roteiro de Entrevista com Especialistas em *Blockchain*

Nome:.....

Formação:.....

Área de atuação:.....

Local de atuação:.....

1. Qual o impacto da tecnologia *blockchain* na economia do país e no mundo?
2. Qual a maior dificuldade no desenvolvimento da tecnologia da *blockchain*?
3. Qual o potencial de aplicação da *blockchain* nas cadeias produtivas do agronegócio no Brasil?
4. Como as cadeias produtivas do agronegócio poderão inovar utilizando a tecnologia *blockchain*?
5. Quais cadeias produtivas estão mais propensas a adoção e utilização da tecnologia *blockchain*?
6. Qual o impacto da tecnologia *blockchain* no agronegócio no Brasil?
7. Quais setores do agronegócio estão mais propensos a adoção da tecnologia *blockchain*?
8. Que produtos e/ou serviços, têm sido desenvolvidos por empresas e/ou instituições de pesquisa, para o agronegócio, com a utilização da tecnologia *blockchain*?
9. Quais são os desafios e barreiras para o desenvolvimento, comercialização e utilização da tecnologia *blockchain* no agronegócio Brasileiro?
10. Quais são as oportunidades e contribuições da tecnologia *blockchain* para os setores do agronegócio?
11. Como é feito o desenvolvimento, comercialização da tecnologia *blockchain* para os setores agronegócio?
12. Quais são as iniciativas mais promissoras na adoção da tecnologia *blockchain* em uma maior escala no agronegócio?

13. Qual é o perfil de setores do agronegócio que estão aderindo a *blockchain*?
14. O verdadeiro papel da *blockchain* dependerá da inovação nos modelos de negócios nos setores do agronegócio?
15. Quais estratégias serão possíveis com a *blockchain* para minimizar os custos de transação entre os membros das cadeias produtivas do agronegócio?
16. Como o agricultor poderá ter acesso a tecnologia *blockchain*?
17. Quais reais formas de ganho para o agricultor com a adoção da tecnologia *blockchain*?
18. Quais vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia *blockchain* nos setores agronegócio?