

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE TEXTO COMO FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO: UMA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA DO CONHECIMENTO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO

APPLICATION OF TEXT MINING TECHNIQUES AS A TOOL FOR INFORMATION GENERATION: AN ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF KNOWLEDGE SCIENCE IN BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AGRIBUSINESS

Geneci da Silva Ribeiro Rocha

Doutoranda Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócio – CEPAN da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS; Docente Coordenadora do Centro de Conhecimento em Empreendedorismo na Escola de Negócios e Tecnologia da Atitus Educação
E-mail: geneci.6813.srr@gmail.com; geneci.rocha@atitus.edu.br

Diego Durante Mühl

Doutorando no Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócio – CEPAN, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
E-mail: diegomiihl@live.com; diegomiihl@gmail.com

Letícia de Oliveira

Docente Associada no Departamento de Economia e Relações Internacionais – DERI, Faculdade de Economia – FCE da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
E-mail: leticiaoliveira@ufrgs.br

Grupo de Trabalho (GT12): Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo

Este estudo tem como objetivo compreender o avanço do conhecimento da tecnologia *blockchain* no agronegócio. Para atingir tal objetivo foi realizada uma revisão da literatura utilizando a técnica de mineração de texto (*Data Mining* - DM) nas bases de dados Scopus e WoS. Buscou-se uma coleta ampla utilizando as palavras (*Agr** and “*Blockchain*” or “*Block chain*” or “*Block-chain*”) tendo período indeterminado com critérios de exclusão e inclusão, foram excluídos artigos que não continha em seu escopo a palavras agronegócio e *blockchain*. Dos 1.779 artigos encontrados, foram selecionados 342. Os artigos previamente selecionados foram salvos em “TXT.RAR” e utilizados na íntegra. Após, realizou-se o preparo dos textos, utilizando o *software* R 3.6.1, (2019), A análise de mineração de textos envolveu a recuperação de informações, análise textual e extração de dados dos estudos científico. Observou-se que as publicações iniciaram em 2017 com um artigo publicado, No entanto, identificou-se que a maioria dos documentos aparece em 2021, 2022 e 2023, anos estes, em que houve um aumento expressivo no número de publicações. Notou-se que houve uma evolução e uma mudança nos termos sobre aplicação da tecnologia *blockchain* no agronegócio se comparado a estudos anteriores. A persistência dos termos “tecnologia” e “ciência” sugere que os estudos estão considerando não apenas a implementação prática da tecnologia *blockchain*, mas também explorando seus fundamentos científicos e potenciais inovações tecnológicas no contexto agrícola. Para tanto, refinamento do foco dos estudos indica um amadurecimento nas pesquisas, buscando soluções mais específicas e eficazes para os desafios enfrentados pelos profissionais dos agronegócios.

Palavras-chave: Ciência; Agronegócios; Cadeias produtivas; Inovação; Tecnologia *Blockchain*

Abstract

This study aims to understand the advancement of knowledge regarding blockchain technology in agribusiness. To achieve this objective, a literature review was conducted using text mining (Data Mining - DM) techniques in the Scopus and WoS databases. A broad collection was sought using the keywords (Agr and “Blockchain” or “Block chain” or “Block-chain”), with an indefinite period and specific inclusion and exclusion criteria. Articles that did not contain the words agribusiness and blockchain in their scope were excluded. Out of the 1,779 articles found, 342 were selected. The pre-selected articles were saved in “TXT.RAR” and used in full. Subsequently, the texts were prepared using the R software version 3.6.1 (2019). The text mining analysis involved information retrieval, textual analysis, and data extraction from scientific studies. It was observed that publications began in*

2017 with a single published article. However, the majority of documents appeared in 2021, 2022, and 2023, years in which there was a significant increase in the number of publications. It was noted that there has been an evolution and a shift in terms related to the application of blockchain technology in agribusiness compared to previous studies. The persistence of the terms “technology” and “science” suggests that studies are considering not only the practical implementation of blockchain technology but also exploring its scientific foundations and potential technological innovations in the agricultural context. Accordingly, the refinement of the study focus indicates a maturation in research, aiming for more specific and effective solutions to the challenges faced by agribusiness professionals.

Key words: Science; Agribusiness; Production Chains; Innovation; Blockchain Technology

1. Introdução

O agronegócio tem se destacado nos últimos anos devido à sua relevância para o desenvolvimento econômico de um país. Seu potencial resulta da interação de diversos fatores, com destaque para os investimentos em tecnologia e pesquisa, que impulsionam o crescimento da produtividade. Nesse contexto, observa-se um aumento expressivo nas pesquisas voltadas para tecnologias emergentes, evidenciando um crescente interesse na Tecnologia *Blockchain* e em suas aplicações, especialmente no setor agroindustrial (Jahanbin *et al.*, 2023).

As cadeias produtivas do agronegócio são caracterizadas pela participação de múltiplos agentes que atuam em diferentes etapas, desde a produção agrícola até a distribuição nos supermercados. Fatores como segurança e veracidade das informações são fundamentais para garantir a eficiência e a confiabilidade dos processos. No entanto, a interação de um grande número de atores ao longo da cadeia produtiva aumenta significativamente sua complexidade, resultando em desafios relacionados à transparência e à gestão eficiente das operações. Nesse contexto, torna-se essencial a captura, o gerenciamento, o compartilhamento e a utilização integrada e eficiente de dados agrícolas e ambientais provenientes de diversas fontes do setor agroindustrial, visando aprimorar a rastreabilidade, a tomada de decisão e a sustentabilidade das atividades produtivas (Gebresenbet *et al.*, 2023; Lin, 2022).

Blockchain é, de fato, uma combinação de muitas outras tecnologias que se desenvolveram ao longo do tempo. Neste contexto, entende-se por *blockchain* como um novo sistema de informação descentralizada, que poderá fornecer uma plataforma de informação para todos os envolvidos em uma cadeia. Considerando que a tecnologia *blockchain* oferece informações em tempo real, ela pode facilitar o monitoramento eficiente e aumentar a confiança no sistema de segurança. Essa confiança reforçada, por sua vez, pode resolver a questão dos investimentos e abertura de novos mercados para os segmentos do agronegócio (Papa, 2017; Tyagi, 2023).

A tecnologia pode ser particularmente útil para a cooperação de longo prazo entre os atores da cadeia global de valor. Dado que, a *blockchain* oferece um potencial para melhorar os sistemas de rastreabilidade de diferentes cadeias de valor, ela fornece um fluxo constante de dados descentralizados, rastreáveis e resistentes à falsificação devido às suas características (Liu *et al.*, 2021; ManskI, 2017). Ela fornece diversas informações necessárias da fazenda ao consumidor final, além disso também ajuda na prevenção de fraudes em toda a cadeia de abastecimento (Liu; Ren, 2023).

Posto que, os principais objetivos da tecnologia *blockchain*, especialmente quando aplicada à cadeia de abastecimento e a agilizar o processo de movimentação da cadeia de abastecimento; garantir registros de transações à prova de falsificação; tornar os dados visíveis e acessíveis aos participantes envolvidos (Shen *et al.*, 2023). Neste contexto *blockchain* está a desempenhar um papel crucial na aceleração do processo de transformação digital das cadeias de abastecimento agroalimentar e são consideradas essenciais para promover o desenvolvimento de novos modelos de negócios sustentáveis (Zhao *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a tecnologia *blockchain* possibilita o monitoramento de todas as transações, garantindo autenticidade e eficiência na circulação de informações relacionadas a um determinado produto e/ou serviço. Além de promover maior transparência e confiabilidade nos processos, essa tecnologia pode ser aprimorada por meio da integração de contratos inteligentes, que automatizam e fortalecem a segurança das operações no ambiente digital. (Rocha *et al.*, 2023).

Para tanto este estudo é conduzido pela seguinte pergunta de pesquisa: Qual a evolução da ciência em relação às aplicações da tecnologia *blockchain* nos segmentos dos agronegócios, tendo como objetivo, compreender o avanço do conhecimento da tecnologia *blockchain* no agronegócio. Para atingir esse objetivo, a análise de mineração de texto foi utilizada, visto que é uma ferramenta útil que pode ser usada para examinar uma grande quantidade de documentos e extrair informações relevantes.

2. Revisão da Literatura

2.1 Casos de uso da tecnologia Blockchain

A tecnologia Blockchain tem sido amplamente aplicada em diversos setores do agronegócio e apresenta potencial para contribuir significativamente com o desenvolvimento da economia global (Lei *et al.*, 2022). Nesse contexto, seus inúmeros benefícios impactam a sociedade de forma abrangente, especialmente por meio de aplicações voltadas à rastreabilidade das cadeias produtivas, evidenciando o avanço científico na área.

Os autores Farooq *et al.* (2023) desenvolveram uma estrutura com base em *blockchain* para garantir transparência e confiabilidade na cadeia de abastecimento do cultivo de arroz. Por sua vez, Bandinelli *et al.*, (2023b) exploram a aplicação dessa tecnologia na cadeia produtiva do trigo.

Ktari *et al.*, (2022) apresentam um sistema de rastreabilidade para a cadeia de óleo de oliva baseado em multi-Blockchain e multissensor usando IoT. Na qual são utilizados duas *blockchains* que podem ser programados via *Smart Contract*. O primeiro é o *Quorum*, que é uma Blockchain privada utilizado pelos atores do sistema, e o segundo é o *Ethereum*, que é pública e conecta os diferentes atores da cadeia que têm acesso ao sistema. Neste sentido, o contrato inteligente permite contactar o sistema para acompanhar o processo de fabricação do azeite desde o agricultor, pelo transportador até ao cliente final.

Lei *et al.*, (2022) propuseram desenvolver um protótipo com atributos exclusivos da *blockchain*, incluindo dados criptográficos de *hash* de segurança invioláveis e dados distribuídos, o protótipo que permite que os dados de rastreabilidade sejam armazenados de forma confiável via *blockchain* e, ao mesmo tempo, protegidos, com auditoria de integridade para aumentar a credibilidade.

Um outro exemplo mencionado nos estudos é o uso da tecnologia *blockchain* para financiamento e pagamentos de seguro agrícola aos agricultores. O estudo de (Bhatia *et al.*, 2023) discutem falta de acesso ao financiamento e más condições financeiras dos agricultores. As soluções de financiamento da cadeia de abastecimento (SCF) habilitadas para *blockchain* podem potencialmente ajudar a superar estes problemas além de reduzir as ineficiências dos processos trazendo benefícios em termos de eficiência e segurança nas transações financeiras do agronegócio.

Potenciais aplicações no setor de energia tem um grande impacto, tanto em termos de processos como em plataformas, podendo reduzir os custos, à complexidade do sistema, a segurança de dados, a segurança de propriedade e gerar novos modelos de negócios. Além disso, atuam melhorando a confiança e transparência do sistema do mercado de energia,

garantindo a prestação de contas e a preservação dos requisitos de privacidade, proporcionando uma estrutura eficiente nos processos de faturamento e de operações de energia. Em que, os usuários possam realizar transações diretamente de maneira inteligente, em tempo real e segura (Zhang, 2021).

Neste sentido, Liu (*et al.*, 2022) desenvolveram um modelo para identificar a perda de armazenamento fotovoltaico vendido no atacado. Os resultados mostram que a cooperação entre geradores de energia fotovoltaica e fornecedores de armazenamento de energia se tornará uma das tendências do desenvolvimento fotovoltaico no futuro. No qual, os usuários aumentarão o grau de utilização da energia fotovoltaica e perceberão a cocriação de valor entre as partes.

Os estudos apontam que a tecnologia *blockchain* é capaz de desempenhar um papel fundamental no meio ambiente, devido a sua capacidade de monitoramento de dados. As pesquisas anteriores indicam que a adoção da mesma poderá facilitar as práticas ecológicas e sustentáveis nas cadeias de suprimentos (Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Saberi *et al.*, 2019).

O estudo de Tyagi, (2023) estabelece uma estrutura de *blockchain* que promove interligações entre os três objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, designadamente alimentação para todos (ODS 2), saúde para todos (ODS 3) e consumo e produção sustentáveis (ODS 12). Também avalia o quadro jurídico (chamado de direito comercial) e os requisitos regulamentares nele contido. Os autores empregam uma abordagem baseada em estudo de caso para avaliar a implantação da *blockchain* do ponto de vista do gerenciamento de operações.

Estas percepções interdisciplinares oferecem uma estrutura facilitadora para implementar com sucesso uma *blockchain* verticalmente integrada em toda a cadeia de valor agroalimentar global. Neste sentido a *blockchain* leva à transparência, controlabilidade, segurança, flexibilidade, visibilidade, redução de custos, processos eficientes para o alcance de metas de desenvolvimento sustentável (Hosseini Dehshiri; Amiri, 2024).

Frikha *et al.* (2023), propuseram um sistema que automatiza a captura, medição, armazenamento e monitoramento de imagens de parâmetros ambientais em estufas, utilizando técnicas de processamento de imagens de alta precisão com uma taxa de sucesso de 98%. A integração da tecnologia *blockchain* estabelece um registro imutável e transparente de transações e pontos de dados, melhorando assim a rastreabilidade em toda a cadeia de abastecimento agrícola.

Outro setor identificado com ênfase nos estudos foi o pecuário e está atualmente 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* neste setor. Como por exemplo, o estudo (Shen *et al.*, 2023) propuseram uma plataforma regulatória ambiental para galpões de gado que utilize *blockchain* e a Internet das Coisas para garantir autenticidade dos dados, com monitoramento em tempo real e transparência no processo regulatório. A plataforma automatiza o processo de seguros, reduzindo custos e melhorando a eficiência.

A plataforma proposta emprega *blockchain* para garantir a autenticidade dos dados e dispositivos para monitorar e coletar dados ambientais em tempo real. Também utiliza contratos inteligentes para automatizar o processo de seguros, desde a negociação e assinatura de contratos até a realização de sinistros de seguros. A estrutura proposta foi implementada e inclui atualmente mais de 300.000 animais de criação com mais de 350.000 contratos de seguros assinados. De acordo com os autores do protótipo a utilização da *blockchain* e da Internet das Coisas garante a autenticidade dos dados, a monitorização em tempo real e a transparência no

processo regulatório, enquanto a automatização do processo de seguros reduziu custos e melhorou a eficiência em toda a cadeia (Shen *et al.*, 2023).

A tecnologia também 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. Assim, diversos autores apresentam pesquisas voltadas ao setor, com a utilização dessa tecnologia. Neste contexto, os autores (Jahanbin *et al.*, 2023) propuseram uma estrutura baseada na *blockchain* para superar os desafios atuais na indústria agroalimentar. Esta estrutura, segundo os autores, poderá fornecer às partes interessadas da cadeia de suprimentos uma percepção clara das possibilidades tecnologia servir como uma diretriz para a utilização de recursos e também ajudar os tomadores de decisões a avaliar sistematicamente partes da organização para se concentrarem e melhorarem a infraestrutura da indústria alimentícia.

Os autores Pelé *et al.* (2023) desenvolveram uma plataforma com base em um *framework* que incorpora Internet das Coisas (IoT) e tecnologia *blockchain* para o setor logístico de cadeias agroalimentares. Segundo os autores, essa é uma abordagem inovadora e promissora para melhorar a segurança e a eficiência industrial. Neste sentido os autores citam algumas maneiras pelas quais essa plataforma pode abordar os desafios de segurança nas cadeias de abastecimento alimentar. A tecnologia *blockchain* permite rastrear a proveniência de produtos alimentares desde a produção até o consumo. Isso ajuda a verificar a prevenção dos alimentos e detectar fraudes ou contaminações, aumentando a segurança alimentar por meio do monitoramento em tempo real (Zheng *et al.*, 2023).

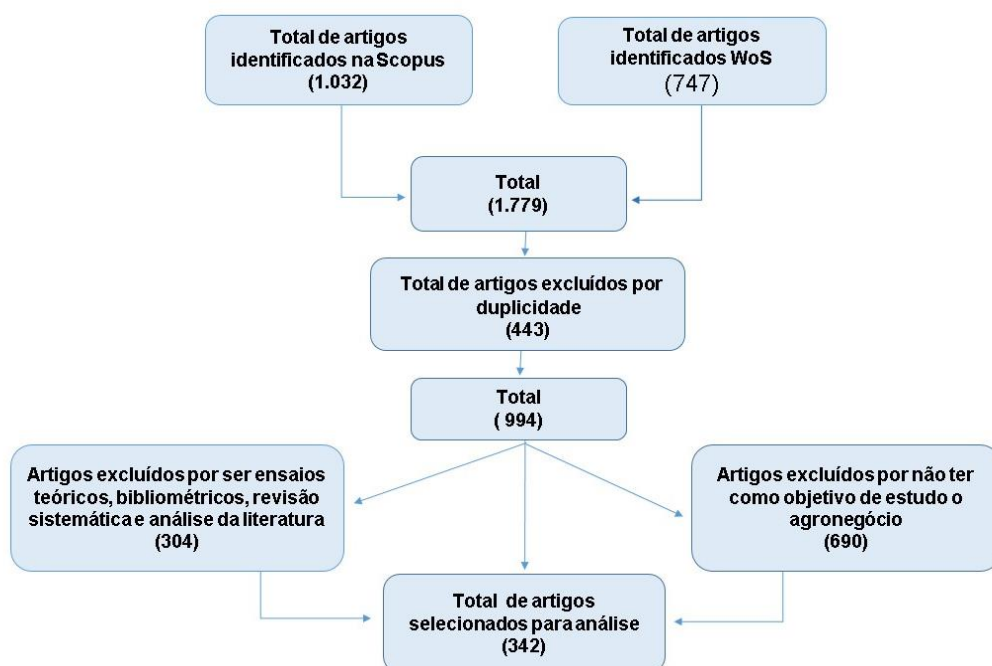
3. Procedimentos Metodológicos

Para atingir o objetivo deste estudo e responder a pergunta de pesquisa, utilizou-se de técnicas de mineração de texto, “*Text Mining*” que é um processo de descoberta de conhecimento que consiste em analisar e extrair dados de textos não estruturados (Romero; Ventura, 2010; Zeng *et al.*, 2012). Envolve a aplicação de algoritmos computacionais que processam textos, frases ou apenas palavras, 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 realizadas buscas por artigos indexados nas bases de dados *Elsevier's Scopus* e *Web of Science (WoS)*, utilizando-se de critérios de inclusão e exclusão. A pesquisa foi realizada em 02 de setembro de 2023 sem restrição de data de publicação, utilizando-se os seguintes termos para a pesquisa: (*Agr** and “*Blockchain*” or “*Block chain*” or “*Block-chain*”) delimitando-se para publicações somente em forma de artigos e na língua inglesa. Retornando em 1.032 artigos na *Scopus* e 747 artigos na *WoS*. Os critérios de inclusão foram estudos que continham em seu escopo a palavra “Blockchain e Agronegócios”

Excluiu-se os artigos que se encontravam duplicados em ambas as bases de dados, os que não tinham como objetivo de estudo o agronegócio, os que tratavam de ensaios teóricos, trabalhos bibliométricos, revisão sistemática e análise da literatura. Durante esta etapa, exigiu-se que o tema central para a inclusão do artigo fosse *blockchain* e o agronegócio, sendo selecionados artigos que abordavam o uso e aplicações da *blockchain* em algum segmento do agronegócio. Na Figura 1, apresenta-se o fluxograma da seleção dos artigos.

Figura 1. Fluxograma de identificação e seleção de artigos para fins de análise.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Nota-se que na Figura 1 dos 1,779 artigos encontrados na pesquisa, apenas 342 atenderam o protocolo de pesquisa.

Foram selecionados trabalhos relevantes e de qualidade, considerando a seleção dos bancos de dados e o fato de incluírem o topo da ciência, apresentando uma amplitude de revistas e anais de conferências indexados em ambas as bases. A seleção e avaliação da qualidade dos artigos ocorreu pela leitura do título e resumos dos artigos encontrados na busca, verificando se eles atendiam aos critérios de inclusão. Os 342 artigos foram salvos em “TXT.RAR”.

Em um segundo momento, foi realizado o preparo dos textos, empregando-se o *software* R 4.1.1, (2023), 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.

Na próxima seção, são apresentadas as análises e discussões dos resultados, seguida das considerações finais. A análise e a discussão dos resultados foram desenvolvidas por meio técnica de mineração de texto dos artigos selecionados que iniciou com a extração de fragmentos de seus estudos de modo a evidenciar os pressupostos apresentados na problemática de pesquisa, utilizando-se de análise de conteúdo.

4. Apresentação dos Resultados e Discussões

Na busca por resultados a respeito da evolução do conhecimento da tecnologia *blockchain* nos segmentos do agronegócio, a presente pesquisa empregou a técnica de mineração de texto nos artigos selecionados para identificar estudos que evidenciassem esse avanço da ciência na temática. Diante disso, seguem as análises a partir dos artigos selecionados, as quais procuram apresentar as conclusões de forma a contribuir para uma discussão crítica e científica, sobre a implementação dessa nova tecnologia no agronegócio.

A partir dos estudos analisados, identificou-se que as aplicações sobre tecnologia *blockchain* nos segmentos dos agronegócios são atuais, posto que o primeiro artigo dos apareceu no ano de 2017. No entanto, observou-se que a maioria dos documentos aparece em 2021, 2022 e 2023, anos estes, em que houve um aumento expressivo no número de publicações. Esta tendência ascendente destaca a natureza emergente da *blockchain* e um vasto interesse de pesquisadores, instituições de pesquisa e organizações, embora tenha sido inserida apenas em 2009 como a tecnologia central *Bitcoins* (Rocha; de Oliveira; Talamini, 2021).

Inicialmente a *blockchain* ficou conhecida principalmente como a tecnologia por trás das *criptomoedas*, como o *Bitcoin*. No entanto, ao longo do tempo, o meio acadêmico e a indústria começaram a considerar o potencial da tecnologia para uma variedade de aplicações em diferentes setores. A *Blockchain* é uma tecnologia de registro distribuída que permite a criação de um registro digital seguro e imutável de transações. Ela opera como um livro-razão descentralizado, onde as transações são registradas em blocos conectados e armazenados em uma rede de computadores. Além das *criptomoedas*, a *blockchain* tem sido explorada em diversas áreas, como: financeira, na indústria, logística entre outras. As primeiras publicações sobre agronegócio surgiram em 2016, demonstrando que o assunto ainda está em estágio de exploração (Cho; Ko; Park, 2020; Chen *et al.*, 2021; Duan *et al.*, 2020; Saberi *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2020). A Tabela 2, apresenta os países com maior número de publicações sobre a temática.

Tabela 1 - Países mais produtivos

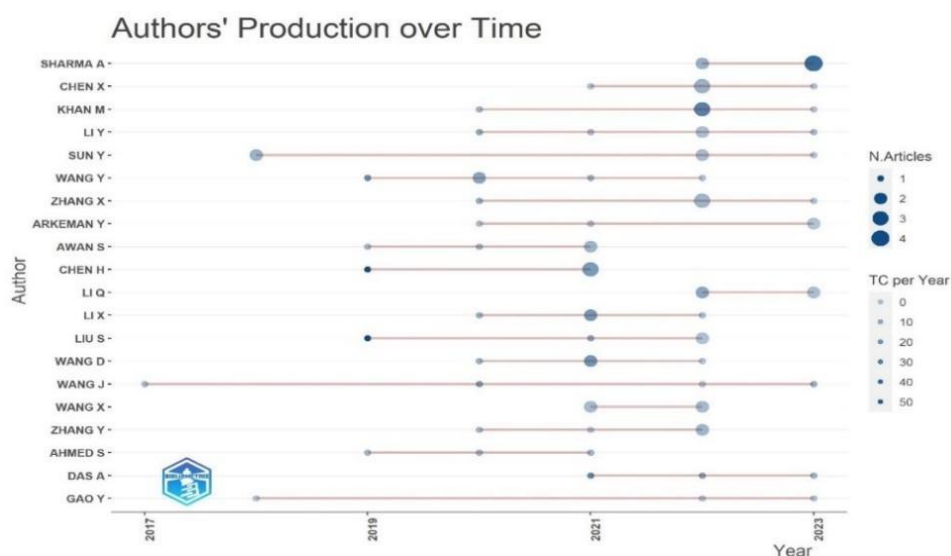
País	Artigos	Frequência (%)
CHINA	104	35,9%
INDIA	51	17,6%
ITALY	15	5,2%
SPAIN	11	3,8%
PAKISTAN	9	3,1%
AUSTRÁLIA	8	2,8%
USA	8	2,8%
INDONÉSIA	7	2,4%

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Nas análises pode-se identificar os 8 principais países líder no ranque de publicações, sendo a China com 35% das publicações, seguido pela Índia com 17% em terceiro lugar Itália com 5,2% de artigos publicados, a Espanha aparece com 3,8% estudos, Paquistão com 3,1% das publicações seguido da Austrália e EUA com 2,8%, Indonésia com 2,4% artigos publicados

Neste Cenário, o desenvolvimento e a adoção da tecnologia *blockchain* estão frequentemente limitados ao ambiente de inovação e pesquisa tecnológica em um país. Países que são líderes em inovação e que investem significativamente em pesquisa e desenvolvimento muitas vezes estão na vanguarda da exploração e implementação da *blockchain* e de outras tecnologias emergentes. Existem vários fatores que contribuem para a liderança desses países na área de *blockchain*, como os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Ecossistema Empreendedor, Apoio Governamental, Infraestrutura Tecnológica Avançada (Tapscott; Tapscott, 2016). Países como os Estados Unidos, China, Japão, Suíça e Singapura, por exemplo, são conhecidos pelas suas iniciativas proativas de exploração e implementação da *blockchain*. Essas nações têm instituições de pesquisa de renome, ecossistemas empreendedores e apoio governamental para transmissão de inovação nesse campo. Na Figura 2, expõe os autores com maior número de publicações no período analisado.

Figura 2 – Autores mais produtivos / ano

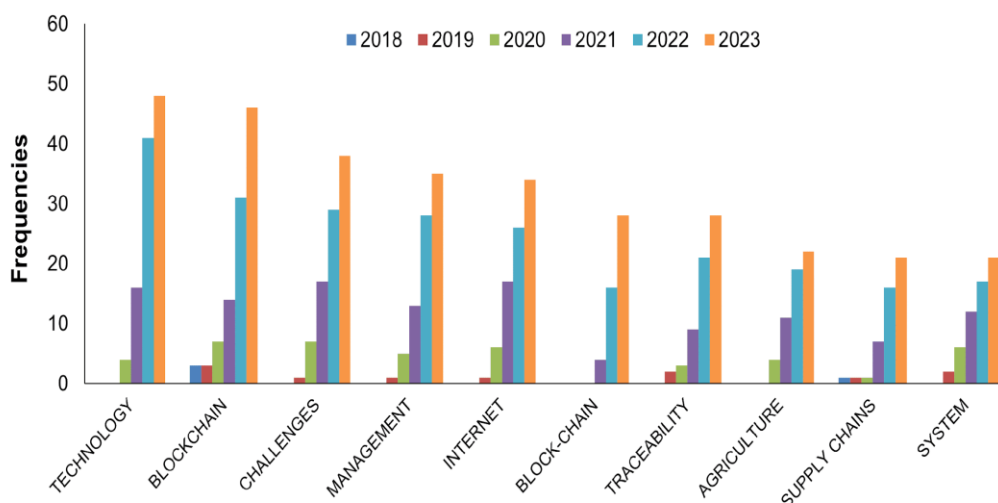


Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A figura 2, apresenta a relação de autores que se sobressaíram em número de publicações, a maioria dos autores tem entre quatro e cinco publicações no período analisado, com destaque para Sharma, com seis estudos publicados. É interessante salientar que apenas o autor Wang, J apresentou uma publicação em 2017 e se manteve em quase todos os anos com um artigo publicado. Os estudos do autor trata-se da rastreabilidade da origem de produtos agrícolas. Os demais autores foram mais produtivos, mas as publicações se concentram nos últimos três anos demonstrando assim que o interesse científico na temática é recente.

A figura 3 apresenta a produção anual por keyword, são termos mais indexados e representam os tópicos mais discutidos no campo da pesquisa durante o período analisado. Uma variedade de *keyword* formam a base da temática em estudo e trata da evolução do campo conhecimento. Percebe-se que o ano de 2023 foi destaque, e deve ser levado em consideração que o fechamento das buscas aconteceu em agosto de 2023 e que, portanto, pode haver um número maior de publicações. Em 2021 e 2022 também se destacaram, e as palavras estão relacionadas às ciências agrícolas.

Figura 3 - produção anual por palavra-chave.



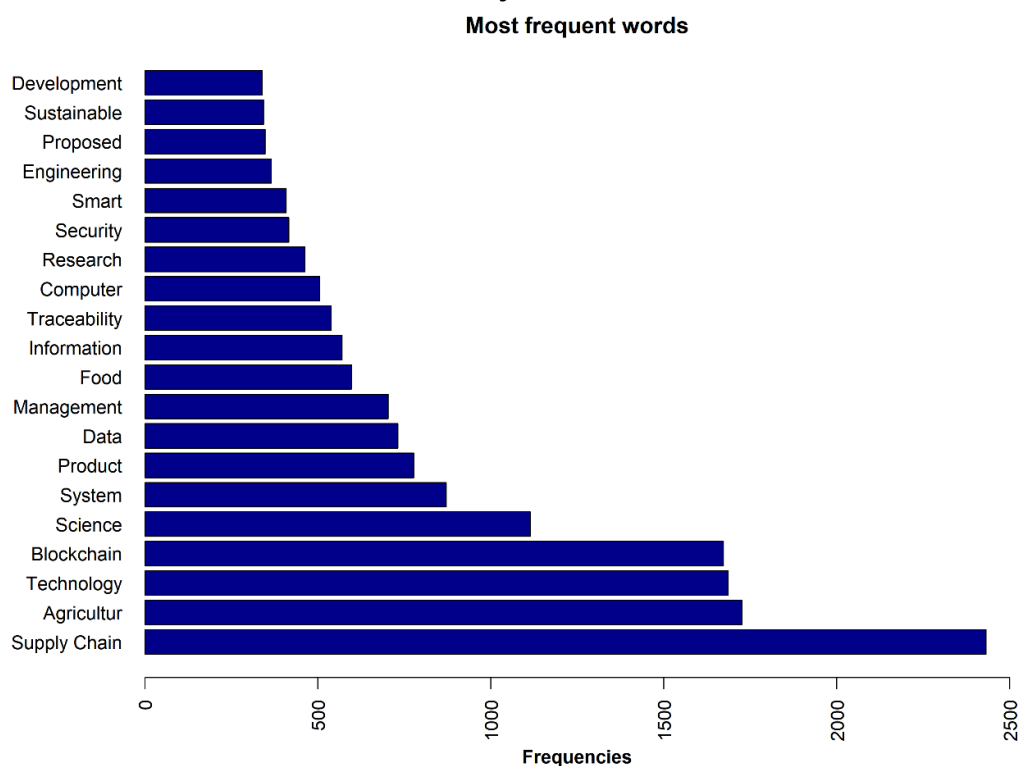
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Entende-se que esses conceitos em destaque como pertencentes ao novo campo de pesquisa da agricultura 4.0, no qual está havendo a modernização da agricultura por meio de avanços tecnológicos com uso da *blockchain* integradas a outras tecnologias como inteligência artificial, agricultura de precisão, análise de *big data* e IOT tem sido ressaltada ultimamente. A integração destas técnicas aumentaria significativamente o rendimento da produção com o mínimo possível de interferência humana, levando à sustentabilidade ambiental, social e econômica e promovendo assim a segurança alimentar (Sridhar *et al.*, 2023).

Contudo quando se analisa os termos “desafios e gerenciamento,” acredita-se que pode ter relação com o processo de implementação desta tecnologia que não é simples, ela ainda tem algumas limitações que precisam ser superados, como dificuldades na incorporação de arquitetura, supervisão legal pouco clara, falta de casos de referência em aplicações e brechas técnicas. Em resumo, a implementação da *blockchain* nas cadeias de suprimentos agrícolas apresenta desafios tecnológicos e organizacionais que exigem tempo, recursos e cooperação entre as partes interessadas. Portanto, é essencial ter uma abordagem cuidadosa e planejada para superar esses desafios e maximizar os benefícios potenciais da tecnologia nos segmentos do agronegócio.

Na Figura 4, tem-se as principais palavras encontradas na mineração de texto, sendo que “*Supply Chain, Agricultur, Blockchain e Technology*” foram as mais frequentes, seguidas das palavras *Sience, System e Product*. Pode-se observar uma mudança no grau de importância das palavras comparado ao estudo anterior de (Rocha *et al.*, 2023) no qual os autores identificaram as palavras “*Blockchain*” em primeiro lugar seguida pelos termos “*System, Use, Chain e Information*.” Neste contexto pode se observar que houve um elevado interesse da área acadêmica em entender a aplicação da tecnologia na agricultura pela mudança dos termos e ordem de importância.

Figura 4 – Frequência absoluta das palavras encontradas nos artigos analisados, após redução



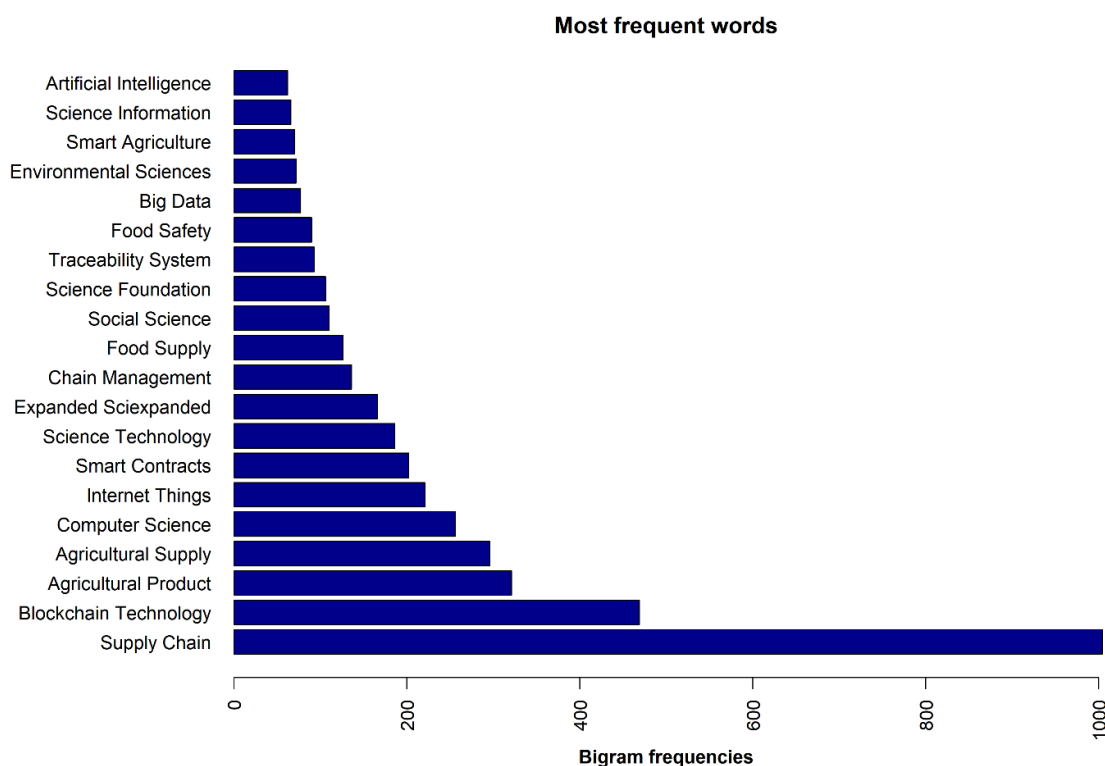
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

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 ou seja, a tecnologia *blockchain* busca descentralizar a confiança, removendo a dependência de autoridades centrais, fornecendo um ambiente em que a confiabilidade, segurança e transparência são fundamentadas em protocolos matemáticos e consenso distribuídos (Yin *et al.*, 2017).

A adoção da tecnologia *blockchain* pode gerar implicações significativas em diversos setores, incluindo cadeias produtivas, órgãos reguladores e agências governamentais. Sua implementação tem o potencial de aprimorar a eficiência das cadeias produtivas ao viabilizar o rastreamento preciso de produtos ao longo de toda a sua trajetória, desde a origem até o consumidor final. Esse aspecto é particularmente relevante em setores como o alimentício, onde a rastreabilidade é um fator crítico para a garantia da qualidade, segurança e conformidade dos produtos (Jahanbin *et al.*, 2023; Pelé *et al.*, 2023).

A Figura 5, indica a importância das palavras compostas encontradas na mineração de texto. As palavras que mais apareceram foram “*Supply Chain, Technoly Blockchain e Agricultural Product*” demonstrando que são diretamente ligadas a possíveis aplicações da *blockchain* nos segmentos do agronegócio e que comprado a pesquisa de (Rocha, *et al.*, 2023) os quais realizaram sua busca pelos estudos em 2019.

Figura 5- Bigramas mais frequentes (frequência > 50).



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

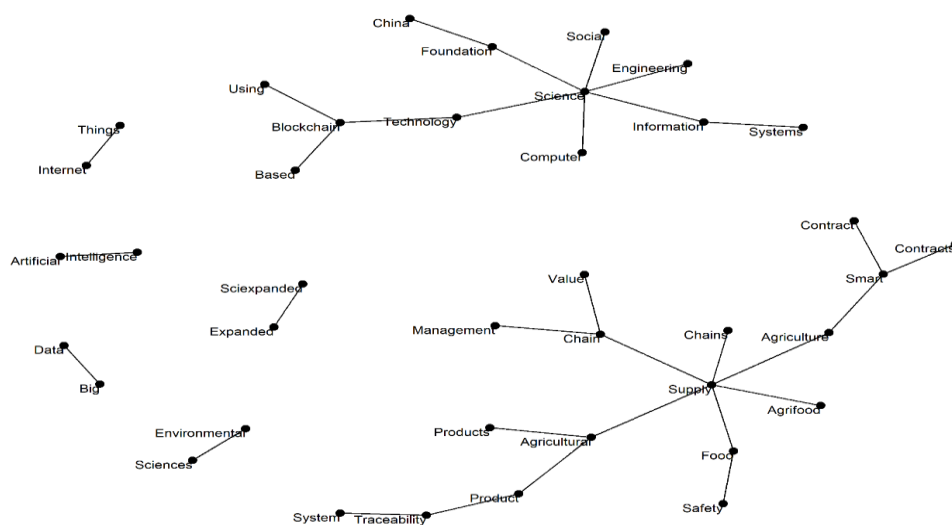
Neste sentido, percebe-se novamente uma mudança nos termos e uma evolução na ciência da tecnologia no agronegócios demonstrando que a *blockchain* tem se destacado como uma tecnologia promissora para resolver desafios específicos enfrentados pelo setor do agronegócio com promissoras aplicações com utilização em contratos inteligentes os quais são programas autoexecutáveis que automatizam a execução e o cumprimento dos termos contratuais.

No agronegócio, isso pode ser aplicado em contratos entre diferentes partes, como agricultores, fornecedores, distribuidores e compradores. Esses contratos podem incluir acordos de compra e venda, condições de pagamento e outras cláusulas contratuais. A automação fornecida pelos contratos inteligentes reduz a necessidade de intermediários e minimiza o risco de quebra de contratos. Seguros agrícolas e contratos inteligentes podem ser empregados para automatizar a execução de apólices e a liquidação de sinistros (Bhatia *et al.*, 2023).

Além disso, a rastreabilidade de dados na *blockchain* pode fornecer informações confiáveis sobre eventos climáticos e condições agrícolas, facilitando a avaliação de riscos. A rastreabilidade de produtos agrícolas também poderá contribuir para a agregação de valor e consequentemente maior segurança para o consumidor final (Lei *et al.*, 2022).

Na Figura 6, é possível visualizar os relacionamentos dos termos encontrados na mineração de texto. Para esta análise, escolheu-se como ponto de corte bigramas com frequência absoluta maior que 50. Percebe-se que dois grandes *clusters* estão relacionados ao uso da tecnologia.

Figura 6 – Network dos bigramas encontrados na mineração de texto.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Foi possível identificar que “*agricultural, Supply, Technology e Science*” são os termos com maior centralidade, os quais estão relacionados a caso de uso e aplicação da tecnologia *blockchain* no agronegócio. Mas se comparado ao estudo (Rocha, *et al.*, 2023), verifica-se uma mudança nos termos e uma evolução da ciência do conhecimento na Tecnologia *Blockchain* aplicada ao setor agrícola. Posto que a agricultura é um dos segmentos mais relevantes dentro do agronegócio e foi tema discutido por alguns autores dando ênfase no uso da tecnologia na produção de alimentos (Zhu; LI, 2021; Zhou *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2023; Zheng *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, o setor agrícola evoluiu incorporando diferentes tecnologias, como a Internet das Coisas, *blockchain* entre outras, tendo em vista o alcance de maiores rendimentos nos processos produtivos. Um exemplo é o estudo intitulado “*BFSF: A secure IoT based framework for smart farming using blockchain*”, na qual os autores (Shreya; Chatterjee; Singh, 2023) desenvolveram uma estrutura baseada em IoT para melhorar a produtividade das culturas, o modelo de precisão, pode ser integrado com dados de sensores remotos para uma previsão correta do crescimento das culturas na agricultura inteligente.

5. Considerações Finais

Em síntese, este estudo revelou um crescimento significativo no número de pesquisas relacionadas à temática em análise. O aumento do volume de publicações entre os anos de 2021 e 2023, bem como o início das investigações acadêmicas em 2017, indica um maior interesse da comunidade científica pela tecnologia *blockchain*. Esse crescimento no número de estudos pode refletir não apenas o engajamento acadêmico, mas também a ampliação do interesse e da popularidade dessa tecnologia na sociedade em geral. No entanto, esse aumento não implica necessariamente um aprofundamento exclusivo por parte da academia, mas sugere que a *blockchain* vem ganhando destaque devido às suas características inovadoras, que podem ser aplicadas e adaptadas ao setor do agronegócio.

Uma análise mais precisa dos estudos, foi feita para examinar não apenas a quantidade de artigos, mas também a qualidade, o conteúdo específico e as contribuições para o campo do agronegócio. Diante disso, ao simplificar as informações pode-se identificar que as transações em *blockchain* poderá desempenhar um papel fundamental na facilitação do acesso ao financiamento para agricultores, estimulando o crescimento econômico nas comunidades agrícolas.

Dessa forma, a análise permitiu identificar a centralidade dos termos "agrícola", "abastecimento", "tecnologia" e "ciência", evidenciando a ênfase na interseção entre a agricultura, a cadeia de suprimentos, a inovação tecnológica e o desenvolvimento científico. A evolução desses termos ao longo do tempo sugere uma ampliação ou um refinamento do foco das pesquisas, possivelmente direcionando os estudos para aspectos mais específicos ou emergentes da aplicação da tecnologia *blockchain* no setor agrícola.

Neste contexto a difusão do conhecimento sobre a aplicação da *blockchain* no agronegócio é, portanto, resultado de uma série de demandas e desafios enfrentadas pelo setor, incluindo a busca por soluções inovadoras, necessidade de maior segurança na cadeia de suprimentos e a adaptação às demandas do mercado e dos consumidores. Esse aspecto está moldando a forma como a operação do agronegócio está se relacionando com seus diversos *stakeholders*. Dentro disso, os participantes do setor estão explorando maneiras de melhorar a eficiência, a transparência e a segurança em suas operações, e a *blockchain* oferece um conjunto de ferramentas para enfrentar esses desafios.

A ênfase na produção de alimentos destaca a importância prática da aplicação da tecnologia *blockchain*, não apenas na gestão da cadeia de suprimentos, mas também na garantia da segurança alimentar, rastreabilidade e atendimento às demandas dos consumidores por alimentos mais saudáveis e seguros.

Em resumo, há uma evolução na pesquisa relacionada à tecnologia *blockchain* no agronegócio, com um foco mais específico na agricultura e na produção de alimentos. Essa mudança nos termos utilizados pode refletir uma maior especialização e aprofundamento nos aspectos específicos da aplicação da tecnologia *blockchain*.

O campo da pesquisa acadêmica é dinâmico, e o interesse em diferentes tópicos pode variar ao longo do tempo. Novas descobertas, avanços tecnológicos e mudanças nas demandas sociais podem influenciar as áreas de pesquisa mais ativas. Neste sentido recomenda-se para estudos futuros considerar fatores externos que podem influenciar no aumento da atenção acadêmica para a tecnologia *blockchain* o que não foi levado em consideração neste estudo.

Referências

BANDINELLI, R. *et al.* Blockchain and consumer behaviour: Results of a Technology Acceptance Model in the ancient wheat sector. *Cleaner Logistics and Supply Chain* Elsevier Ltd, 2023a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85169914781&doi=10.1016%2fj.clscn.2023.100117&partnerID=40&md5=df17cfaa8e512ead58f38dafbfab99b0>.

BANDINELLI, R. *et al.* Blockchain and consumer behaviour: Results of a Technology Acceptance Model in the ancient wheat sector. *Cleaner Logistics and Supply Chain* Elsevier Ltd, 2023b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85169914781&doi=10.1016%2fj.clscn.2023.100117&partnerID=40&md5=df17cfaa8e512ead58f38dafbfab99b0>.

BHATIA, M. S. *et al.* Implementation of blockchain-enabled supply chain finance solutions in the agricultural commodity supply chain: a transaction cost economics perspective.

PRODUCTION PLANNING & CONTROL2-4 PARK SQUARE, MILTON PARK,
ABINGDON OX14 4RN, OXON, ENGLANDTAYLOR & FRANCIS LTD, , 2023.

CHEN, H. *et al.* Effective Management for Blockchain-Based Agri-Food Supply Chains Using Deep Reinforcement Learning. IEEE ACCESS445 HOES LANE, PISCATAWAY, NJ 08855-4141 USAIEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC, , 2021.

CHO, S.; KO, D.; PARK, S. Block Data Record-Based Dynamic Encryption Key Generation Method for Security between Devices in Low Power Wireless Communication Environment of IoT. APPLIED SCIENCES-BASELST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLANDMDPI, 2020.

DUAN, J. *et al.* A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within the Food Supply Chain. International Journal of Environmental Research and Public Health, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 1784, 2020.

FAROOQ, M. S. *et al.* A Blockchain-Based Framework to Make the Rice Crop Supply Chain Transparent and Reliable in Agriculture. SystemsMultidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), , 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085172141306&doi=10.3390%2fsystems11090476&partnerID=40&md5=b4f39b99345abd2481e55249ae107d2d>.

FRIKHA, T. *et al.* Integrating blockchain and deep learning for intelligent greenhouse control and traceability. Alexandria Engineering JournalElsevier B.V., , 2023.

HOSSEINI DEHSHIRI, S. J.; AMIRI, M. Evaluation of blockchain implementation solutions in the sustainable supply chain: A novel hybrid decision approach based on Z-numbers. Expert Systems with ApplicationsElsevier Ltd, , 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085167799288&doi=10.1016%2fj.eswa.2023.121123&partnerID=40&md5=e3a69fbe0501294601abf8f7664a0fd5>.

JAHANBIN, P. *et al.* Enabling affordances of blockchain in agri-food supply chains: A value-driver framework using Q-methodology. International Journal of Innovation StudiesKeAi Publishing Communications Ltd. , 2023.

KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J.; ZHU, Q. At the Nexus of Blockchain Technology, the Circular Economy, and Product Deletion. Applied Sciences, [s. l.], v. 9, n. 8, p. 1712, 2019.

KTARI, J. *et al.* Agricultural Lightweight Embedded Blockchain System: A Case Study in Olive Oil. ELECTRONICSST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLANDMDPI, , 2022.

LEI, M. *et al.* Trusted-auditing chain: A security blockchain prototype used in agriculture traceability. HELIYONTHE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLANDELSEVIER SCI LTD, , 2022.

LIN, X. Analysis of Agricultural Product Information Traceability and Customer Preference Based on Blockchain. WIRELESS COMMUNICATIONS & MOBILE COMPUTINGADAM HOUSE, 3RD FL, 1 FITZROY SQ, LONDON, W1T 5HE, ENGLANDWILEY-HINDAWI, , 2022.

LIU, J. *et al.* An improved DPoS consensus mechanism in blockchain based on PLTS for the smart autonomous multi-robot system. INFORMATION SCIENCES 800, 230 PARK AVE, NEW YORK, NY 10169 USA ELSEVIER SCIENCE INC, , 2021.

LIU, J. *et al.* Behavior analysis of photovoltaic-storage-use value chain game evolution in blockchain environment. ENERGY THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, , 2022.

LIU, J.; REN, Y. Can digital inclusive finance ensure food security while achieving low-carbon transformation in agricultural development? Evidence from China. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, [s. l.], v. 418, 2023.

MORAIS A. P. L. AMBRÓSIO. MINERAÇÃO DE TEXTOS. E. A. M. INSTITUTO DE INFORMÁTICA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - PDF DOWNLOAD GRÁTIS. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4489889-Mineracao-de-textos-e-a-m-moraais-a-p-l-ambrosio-instituto-de-informatica-universidade-federal-de-goias-www-inf-ufg-br.html>. Acesso em: 28 set. 2023.

PELÉ, P. *et al.* IoT and Blockchain Based Framework for Logistics in Food Supply Chains. [s. l.], Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85141569137&doi=10.1007%2fs10796-022-10343-9&partnerID=40&md5=9ec0e21b7a3809686e7eb95779ee1a93>.

ROCHA, G. D. S. R. *et al.* A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO AGRONEGÓCIO: UMA MINERAÇÃO DE TEXTO. Em: ANAIS DO 61º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 2023. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2023. p. 1. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sober2023/625983-a-tecnologia-blockchain-no-agronegocio--uma-mineracao-de-texto>. Acesso em: 17 out. 2023.

ROCHA, G. da S. R. *et al.* Blockchain, Quo Vadis? Recent Changes in Perspectives on the Application of Technology in Agribusiness. Future Internet, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 38, 2023.

ROCHA, G. da S. R.; DE OLIVEIRA, L.; TALAMINI, E. Blockchain Applications in Agribusiness: A Systematic Review. Future Internet, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 95, 2021.

ROMERO, C. VENTURA, S. Educational data mining: a review of the state of the art. Transações IEEE sobre Sistemas, Homem e Cibernética, Parte C: Aplicações e Revisões, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 601–618, 2010.

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

SHEN, L. *et al.* Applying Blockchain Technology and the Internet of Things to Improve the Data Reliability for Livestock Insurance. Sensors, [s. l.], v. 23, n. 14, p. 6290, 2023.

SHREYA, S.; CHATTERJEE, K.; SINGH, A. BFSF: A secure IoT based framework for smart farming using blockchain. Sustainable Computing: Informatics and Systems Elsevier Inc., , 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85171421865&doi=10.1016%2fj.suscom.2023.100917&partnerID=40&md5=592593f8c50506536c41d38a89781570.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. [S. l.]: Penguin, 2016.

TYAGI, K. A global blockchain-based agro-food value chain to facilitate trade and sustainable blocks of healthy lives and food for all. HUMANITIES & SOCIAL SCIENCES COMMUNICATIONSCAMPUS, 4 CRINAN ST, LONDON, N1 9XW, ENGLANDSPRINGER NATURE, , 2023.

YIN, C. *et al.* Alumina-supported sub-nanometer Pt₁₀ clusters: amorphization and role of the support material in a highly active CO oxidation catalyst. Journal of Materials Chemistry A, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 4923–4931, 2017.

ZENG, L. *et al.* Distributed data mining: a survey. Information Technology and Management, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 403–409, 2012.

ZHANG, D. *et al.* An Anonymous Off-Blockchain Micropayments Scheme for Cryptocurrencies in the Real World. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 32–42, 2020.

ZHANG, Y. Distributed Energy Intelligent Transaction Model and Credit Risk Management Based on Energy Blockchain. JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERINGACADEMIA SINICA, TAIPEI 115, TAIWANINST INFORMATION SCIENCE, 2021.

ZHAO, Y. *et al.* Agricultural IoT Data Storage Optimization and Information Security Method Based on Blockchain. Agriculture, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 274, 2023.

ZHENG, F. *et al.* Research on agricultural product quality traceability system based on blockchain technology. Web Intelligence, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 329–343, 2023.

ZHOU, Xiong *et al.* From traceability to provenance of agricultural products through blockchain. WEB INTELLIGENCENIEUWE HEMWEG 6B, 1013 BG AMSTERDAM, NETHERLANDSIOS PRESS, , 2020.

ZHU, L.; LI, F. Agricultural data sharing and sustainable development of ecosystem based on block chain. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTIONTHE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLANDELSEVIER SCI LTD, , 2021.