

INOVAÇÕES TECNOLOGIAS NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS AGROALIMENTARES

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN AGRI-FOOD SUPPLY CHAINS

Geneci da Silva Ribeiro Rocha

Doutoranda em Agronegócios no Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócios - CEPAN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS e Docente na Atitus Educação, Business School,
E-mail: geneci.6813.srr@gmail.com

Diego Durante Mühl

Doutorando em Agronegócios no Centro Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Agronegócios - CEPAN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
E-mail: diegomihl@live.com

Letícia de Oliveira

Doutora, Docente no Departamento de Economia e Relações Internacionais e no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
E-mail: leticiaoliveira@ufrgs.br

Leila Dal Moro

Pós-doutora em Administração, Docente e Coordenadora do Mestrado em Administração na Atitus Educação, Business School
E-mail: leila.moro@atitus.edu.br

Trabalho (GT): GT12. Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo

As cadeias de suprimento agroalimentares desempenham um papel crucial devido à sua capacidade de fornecer alimentos seguros e em quantidade adequada para os consumidores. Para garantir o funcionamento eficiente e bem-sucedido dessas cadeias, torna-se essencial a aplicação de tecnologias avançadas. Neste sentido, este estudo teve como objetivo apresentar uma análise das aplicações de diferentes tecnologias para uma melhor gestão e sustentabilidade das cadeias de suprimentos agroalimentares. Para atingir tal objetivo, foi realizada uma revisão *bibliométrica* com base nos artigos indexados nas bases de dados *Elsevier's Scopus* e *Web of Science*. Considerando o período analisado, identificou-se que a taxa anual média de crescimento no número de publicações foi de 29,26%, isso evidencia que a concentração de documentos publicados nos últimos anos caracteriza um campo de estudos extremamente novo. Os Estados Unidos se destacam em números de publicações, seguido pela Índia, China, Reino Unido e Nigéria. Identificou-se que às tecnologias de informação como Blockchain, IoT, podem impactar positivamente as cadeias de suprimentos. Em síntese, a adoção de tecnologias inovadoras tem o potencial de desencadear transformações significativas nas cadeias de suprimentos, resultando em benefícios substanciais. Contudo, é imperativo adotar uma abordagem cautelosa, levando em consideração as particularidades de cada setor e fomentando a cooperação entre os diversos participantes envolvidos.

Palavras chaves: Tecnológica, Cadeia de Suprimento, Segurança Alimentar, Sustentabilidade.

Abstract

Agri-food supply chains play a crucial role due to their ability to provide safe and adequate food to consumers. To ensure the efficient and successful functioning of these chains, the application of advanced technologies is essential. In this sense, this study aimed to present an analysis of the applications of different technologies for better management and sustainability of agri-food supply chains. To achieve this objective, a bibliometric review was carried out based on articles indexed in Elsevier's Scopus and Web of Science databases. Considering the period analyzed, it was identified that the average annual growth rate in the number of publications was 29.26%, this indicates that the concentration of documents published in recent years characterizes an extremely new field of study. The United States stands out in terms of publication numbers, followed by India, China, the United Kingdom, and Nigeria. It was identified that information technologies such as Blockchain and IoT can positively

impact supply chains. In summary, the adoption of innovative technologies has the potential to trigger significant transformations in supply chains, resulting in substantial benefits. However, it is imperative to adopt a cautious approach, taking into account the particularities of each sector and encouraging cooperation among the various participants involved.

ywords: Technological, Supply Chain, Food Security, Sustainability.

1. Introdução

A segurança alimentar é uma preocupação discutida mundialmente, considerando que mais de 33% da produção global de alimentos é desperdiçada devido à falta de uma gestão eficiente das cadeias de suprimentos (Coelho et al., 2018; Riolo, 2019; Joshi et al., 2023; Sharma et al., 2023). Apenas 10% dos alimentos perecíveis são devidamente conservados (Govindan et al., 2014; Schmidhuber & Tubiello, 2007).

Neste sentido, com a implementação da inovação tecnológica existe uma oportunidade de reduzir as perdas e desperdícios de alimentos e melhorar a distribuição a partir de um sistema de transporte com sensores de temperatura regulados. Além disso, a tecnologia blockchain pode contribuir para uma maior rastreabilidade e responsabilização na cadeia de abastecimento alimentar, com a capacidade de fornecer um registro seguro e transparente de transações e dados, levando a uma redução das perdas e do desperdício de alimentos, aprimoramento da segurança alimentar e eficiência na produção e distribuição de alimentos (Gkogkos et al., 2023).

As tecnologias envolvem uma gama de ferramentas e tecnológicas, como análise de big data (BDA), tecnologia Blockchain, Internet das Coisas (IoT), entre outras, que juntas, reconfiguram, realinham, reconectam e redesenham os processos organizacionais por meio de modelos de negócios inovadores que visam uma melhor gestão das cadeia de valor, e consequentemente uma maior retorno por parte dos elos envolvidos (Wolfert et al., 2017). Os avanços indicam que a Internet das Coisas (IoT), Tecnologia Blockchain e a Inteligência Artificial (IA) estão bem posicionadas para serem tecnologias dominantes em um futuro próximo (Zeng et al., 2023).

Neste contexto, está emergindo a possibilidade de redesenho referente à produção de alimentos e suas cadeias de valor. A implementação de uma infraestrutura na agricultura baseada em inovação tecnológica poderá trazer benefícios para a qualidade de vida e saúde humana por meio do acesso a alimentos mais saudáveis, além de contribuir para a mitigação dos efeitos das emissões de gases de efeito estufa até o fortalecimento das relações com o consumidor final com a rastreabilidade dos alimentos (Coelho et al., 2018; Riolo, 2019).

A inovação tecnológica tornou-se fundamental em todas as atividades produtivas, devido às crescentes pressões exercidas pelos consumidores. Questões ambientais foram permutadas com as preocupações com a saúde, aumentando o interesse por parte dos produtores e fornecedores em proporcionar alimentos saudáveis, incorporados a projetos de desenvolvimento sustentável envolvendo cadeias de suprimentos inteligentes (Riolo, 2019). As organizações estão enfrentando o desafio de adotar medidas adequadas através da integração das tecnologias (Yadav et al., 2020).

Avanços recentes na tecnologia da IoT e na tecnologia blockchain desempenham um papel significativo na melhoria da segurança das cadeias de abastecimento alimentar, assim, contribuem para aprimorar e fomentar a segurança alimentar. A rastreabilidade por meio da IoT permite a implementação de sensores em todas as etapas da cadeia de abastecimento, desde a produção até a entrega. Esses sensores coletam dados em tempo real, como temperatura, umidade e localização, permitindo que os produtos sejam rastreados ao longo de sua distribuição. Esses fatores são essenciais para identificar rapidamente problemas, como

alterações na temperatura as quais podem afetar a qualidade dos alimentos (Gkogkos et al., 2023).

A utilização da Blockchain e IoT tem o potencial de garantir o transporte dos dados, fornecer monitoramento em tempo real e aumentar a transparência nos processos regulatórios, o que pode levar a uma redução de custos e uma melhoria na eficiência em vários setores, incluindo a cadeia de abastecimento alimentar (Shen et al., 2023). Posto que a cadeia alimentar seja talvez uma das cadeias mais complexas e fragmentadas do ponto de vista logístico.

O conceito de segurança alimentar está adaptado aos novos princípios de organização, associando-se à disponibilidade de alimentos, independentemente da sua origem. Grandes empresas alimentícias gerenciam o movimento de alimentos para atender a demanda mundial, assim, a segurança alimentar torna-se um tema de importante nos dias atuais. Apesar de não ser possível aumentar infinitamente os recursos mobilizados para ampliar a produção de alimentos, é possível melhorar a gestão das cadeias de suprimento. Além disso, as preocupações com a sustentabilidade aumentam cada vez mais, fazendo com que os consumidores exijam maior qualidade e segurança (Yadav et al., 2020).

Todo esse contexto leva a novos desafios para as organizações que precisam tomar medidas eficazes através da integração tecnológica e elevar a eficiência ao longo da cadeia para incrementar a produção. Já que mais de um terço dos alimentos produzidos em todo o mundo são desperdiçados todos os anos devido a ineficiências ao longo da cadeia de abastecimento. (Yadav et al., 2020).

O uso de tecnologias pode ser uma grande aliada na promoção da segurança alimentar, questões como essa têm se tornado um problema de destaque no mundo todo e vêm despertando mais atenção do público. Esta pesquisa se justifica por contribuir com a ciência, discutindo um tema latente da sociedade, uma vez que pode fornecer informações relevantes para todos os elos de uma cadeia de suprimento, incluindo agricultores, gestores públicos, consumidores e outros stakeholders.

Considerando a apresentação da temática e a justificativa do estudo tem-se como pergunta de pesquisa: como as inovações tecnológicas promovem o desenvolvimento sustentável das cadeias de suprimentos agroalimentares? Dessa forma, este estudo tem como objetivo, apresentar uma análise das aplicações de diferentes tecnologias para uma melhor gestão e sustentabilidade das cadeias de suprimentos agroalimentares.

O estudo está estruturado da seguinte forma: Após esta seção introdutória, a próxima seção descreve o método utilizado para o estudo. Já na terceira seção, são apresentadas as análises de discussão dos resultados e, posteriormente, as considerações finais, limitações e sugestões para estudos futuros, por fim, a relação das referências utilizadas.

2. Procedimentos Metodológicos

Para solucionar a questão deste estudo, foi realizada uma revisão *bibliométrica* com base nos artigos indexados nas bases de dados *Elsevier's Scopus e Web of Science* no dia 15 de agosto de 2023, sem restrição de data de publicação. (Araújo; Alvarenga, 2011) configuram 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.

Na coleta dos dados, identificaram-se as bases de dados, *Scopus e Web of Science*; após a seleção das bases de dados, definiu-se a estratégia de busca, a qual incluiu a definição de palavras-chave no idioma inglês, ("*food security*" OR "*safety food*" AND "*supply-chain*" AND "*technology*"). +

Para restringir os resultados da pesquisa e abranger apenas estudos que continham em seu escopo as palavras definidas na busca, filtram-se os artigos. Os estudos incluídos na revisão, foram os que continham em seu escopo as palavras chave definidas na busca em ambos os bancos de dados, os termos do string de consulta foram pesquisados no título e palavras chave.

A pesquisa recuperou 186 estudos na Scopus e 836 Web of Science totalizando 1.022 estudos. Destes, foram excluídos 571 artigos após a leitura do título e resumo mostrar que os estudos não abordavam o escopo da pesquisa, 193 artigos foram excluídos por estarem duplicados, e 81 artigos por estarem com seus textos incompletos na web. Por fim, o portfólio de pesquisa foi composto por 177 artigos. Para as análises dos dados foi utilizado a linguagem R de programação estatística (R Foundation, 2023). Na próxima seção, são apresentados as análise e discussão dos resultados.

3. Análise e Discussão dos Resultados

Os dados foram analisados com a linguagem R de programação estatística. A linguagem R é um ambiente de programação livre para computação estatística, extensamente utilizada para análise de dados (R Foundation, 2023). Entretanto, o pacote Bibliometrix realiza um tratamento dos dados bibliométricos seguindo um fluxo de mapeamento científico. Adicionalmente, o pacote oferece diversas análises bibliométricas e permite a visualização dos dados na interface da linguagem de programação (Aria; Cuccurullo, 2017). A Tabela 1, apresenta uma descrição dos metadados analisados.

Tabela 1: Descrição dos metadados analisados

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2008:2023
Sources (Journals, Books, etc)	136
Documents	177
Annual Growth Rate %	29,26
Document Average Age	3,72
Average citations per doc	25,12
References	4551
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	771
Author's Keywords (DE)	723
AUTHORS	
Authors	674
Authors of single-authored docs	13
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	14
Co-Authors per Doc	4,07
International co-authorships %	24,29
DOCUMENT TYPES	
article	169
article article	1
article; early access	5
article; proceedings paper	2

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

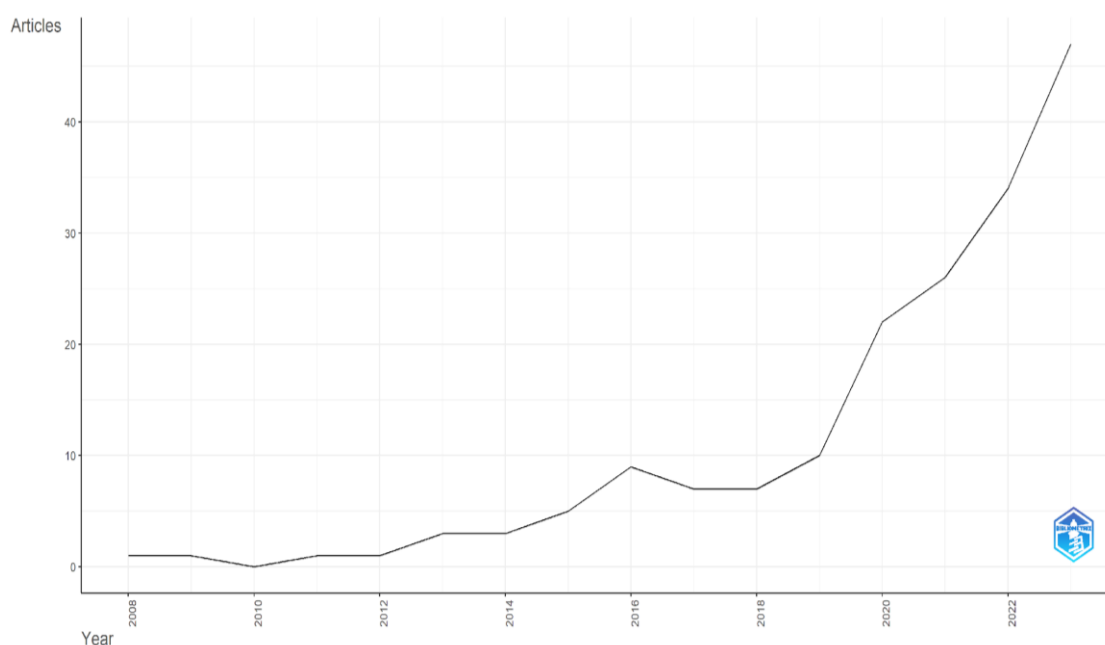
O intervalo temporal analisado é de 2008 até 2023. Os metadados de 177 documentos foram analisados, esses documentos possuem 4551 referências e estão publicados em 136

fontes ou revistas científicas. O conjunto de documentos possui 771 palavras chave atribuídas pelos autores e 723 palavras-chave atribuídas pelas bases de dados. O total de 674 pesquisadores estiveram envolvidos nos estudos e elaboração de artigos, sendo que 24% dos artigos são resultado da colaboração internacional entre pesquisadores.

3.1 A produção científica

A produção científica relacionada a temática em estudo apresenta um crescimento nos últimos anos como apresentado pela Figura 1.

Figura 1- Produção Científica anual



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Durante o período analisado a taxa anual média de crescimento no número de publicações foi de 29,26%. A concentração de documentos publicados nos últimos anos caracteriza um campo de estudos jovem, a idade média de todos os documentos somados e divididos pelo número de anos é de 3,72 anos somente.

Como o campo de estudos é recente, isso pode estar sendo refletido na produtividade dos autores. Lotka (1926) propôs que a proporção de autores que fazem uma única contribuição é de mais ou menos 60% (Lotka, 1926). Entretanto, observando a distribuição da amostra em análise percebe-se que cerca de 95% dos autores realizaram apenas uma contribuição (Tabela 2).

Tabela 2 – Proporção de documentos publicados por autor

Documents written	N. of Authors	%
1	642	95%
2	21	3,10%
3	9	1,3%
5	2	0,3%

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Observou-se que o autor Kumar possui 5 publicações, sendo a primeira de 2018 e as duas últimas de 2022. Já o autor Sharma possui 5 publicações, sendo a primeira de 2021 e as duas últimas de 2023.

Dentre as revistas com mais publicações estão a *Sustainability (Switzerland)* com 8 artigos publicados, a *Sustainability* com 5 artigos publicados, a *Food Security* com 4 artigos publicados, no *Journal of Cleaner Production* com 4 artigos publicados. As demais revistas possuem menos de 4 artigos publicados, sendo que 81,6% das revistas possuem somente um artigo publicado.

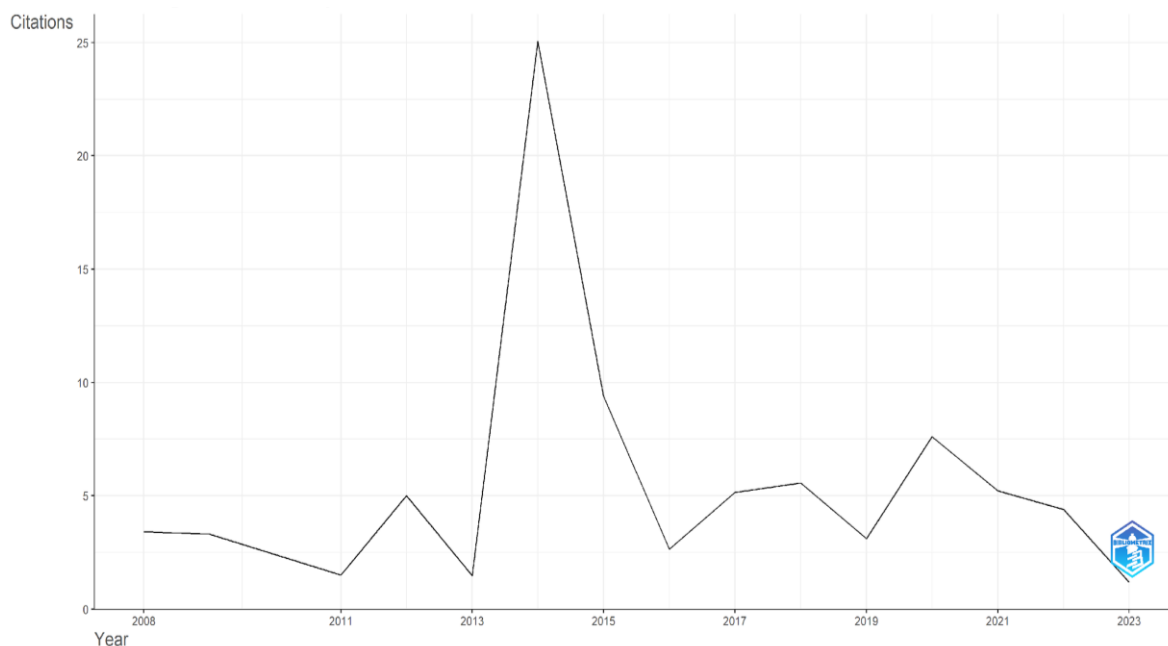
Entre as afiliações mais relevantes estão a *Covenant University* da Nigéria com 14 artigos vinculados e o *International Institute of Tropical Agriculture (IITA)* também sediado na Nigéria com 12 publicações. A *Yaşar University*, da Turquia, fica na terceira colocação com 6 publicações.

Porém, quando observamos os países mais produtivos, os Estados Unidos se destacam com 58 publicações, seguidos pela Índia com 41 publicações, China com 35 publicações, Reino Unido com 22 publicações e Nigéria com 21 publicações.

3.2 Impacto Científico

A *Average Citations Per Year* é uma métrica usada para entender o impacto de um documento específico. Essa métrica é calculada dividindo o número total de citações que um documento recebeu pelo número de anos desde a sua publicação. Nesse caso, percebemos que um documento publicado em 2014 se destacou Figura 2.

Figura 2 – Average Citations per Year



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Investigando os documentos percebe-se que o *artigo Climate-smart agriculture for food security*, publicado em 2014 recebeu o total de 775 citações, sendo o documento mais citado, o que explica a expressiva média de citações dos artigos do ano de 2014. Nesse ínterim, a Tabela 3 apresenta os documentos mais citados da amostra em análise.

Tabela 3: documentos mais citados da amostra em análise

Paper	DOI	Total Citations	TC per Year
LIPPER L, 2014	10.1038/NCLIMATE2437	775	70,45
KAMBLE SS, 2020	10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023	448	89,6
AFFOIGNON H, 2015	10.1016/j.worlddev.2014.08.002	290	29
ROGERSON M, 2020	10.1108/SCM-08-2019-0300	171	34,2
KAYIKCI Y, 2022	10.1080/09537287.2020.1810757	128	42,67
KASSIE M, 2015	10.1111/1477-9552.12099	126	12,6
CANALI M, 2017	10.3390/su9010037	124	15,5
TSOLAKIS N, 2021	10.1016/j.jbusres.2020.08.003	99	24,75
PAN Y, 2018	10.1093/ajae/aay012	73	10,43

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

O artigo mais citado foi publicado na *Nature Climate Change* e discutiu abordagens para transformar e reorientar os sistemas agrícolas para a segurança alimentar frente a nova realidade de mudança climática. O estudo enfatiza que as mudanças climáticas causam rupturas nas cadeias de suprimentos agrícolas. Por fim, os pesquisadores propõem quatro principais

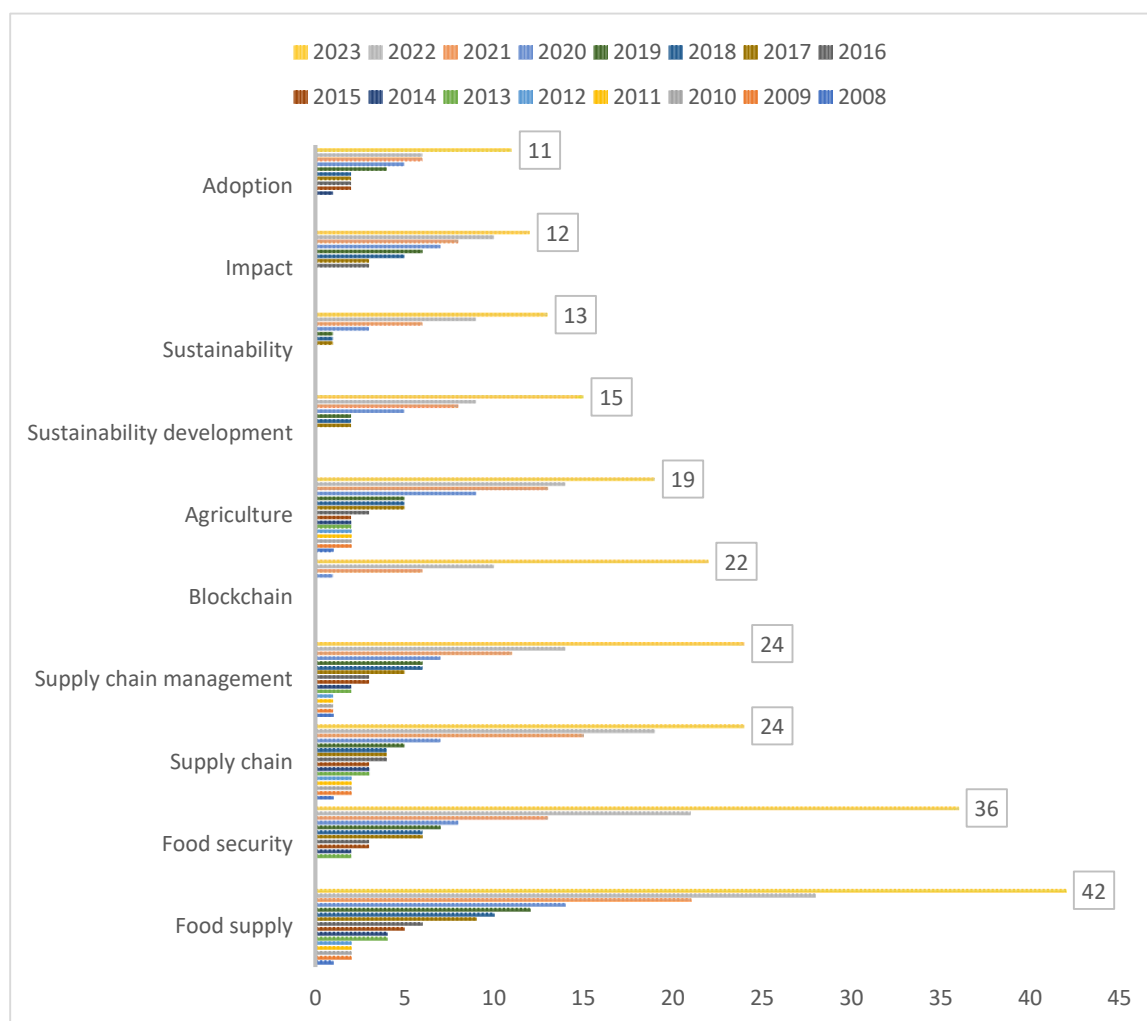
áreas em que devem ser realizadas ações: construção de evidências, aumento da eficácia institucional local, promoção da coerência entre as políticas climáticas agrícolas e vinculação dos financiamentos climáticos e agrícolas (Lipper et al., 2014)

Já o segundo artigo mais citado é o *Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain*. Os autores apresentam a rastreabilidade, a auditabilidade, a imutabilidade e a proveniência que são os principais motivadores para a adoção da Blockchain (Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2020). No mesmo sentido, o terceiro artigo mais citado destaca que as atuais tecnologias aplicadas para a mitigação de perdas não conseguem abordar a dinâmica das cadeias de abastecimento sendo necessárias abordagens holísticas para a efetiva mitigação (Affognon et al., 2015).

3.3 Principais temáticas

As palavras-chave são usadas pelos autores para indexar os artigos científicos de acordo com as suas respectivas temáticas. As bases de dados também realizam uma análise e criam um conjunto de palavras-chave, chamadas de *keywords-plus*, para indexar os artigos de acordo com as temáticas. A Figura 4 apresenta a frequência e o percentual de ocorrência das 50 *keywords-plus* mais frequentes nos artigos.

Figura 3 - Evolução das palavras



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Considerando a análise, *food supply*, *food security* e *supply chain* com uma incidência de 42 (10%), 36 (8%) e 24 (6%) são as palavras chave com maior ocorrência.

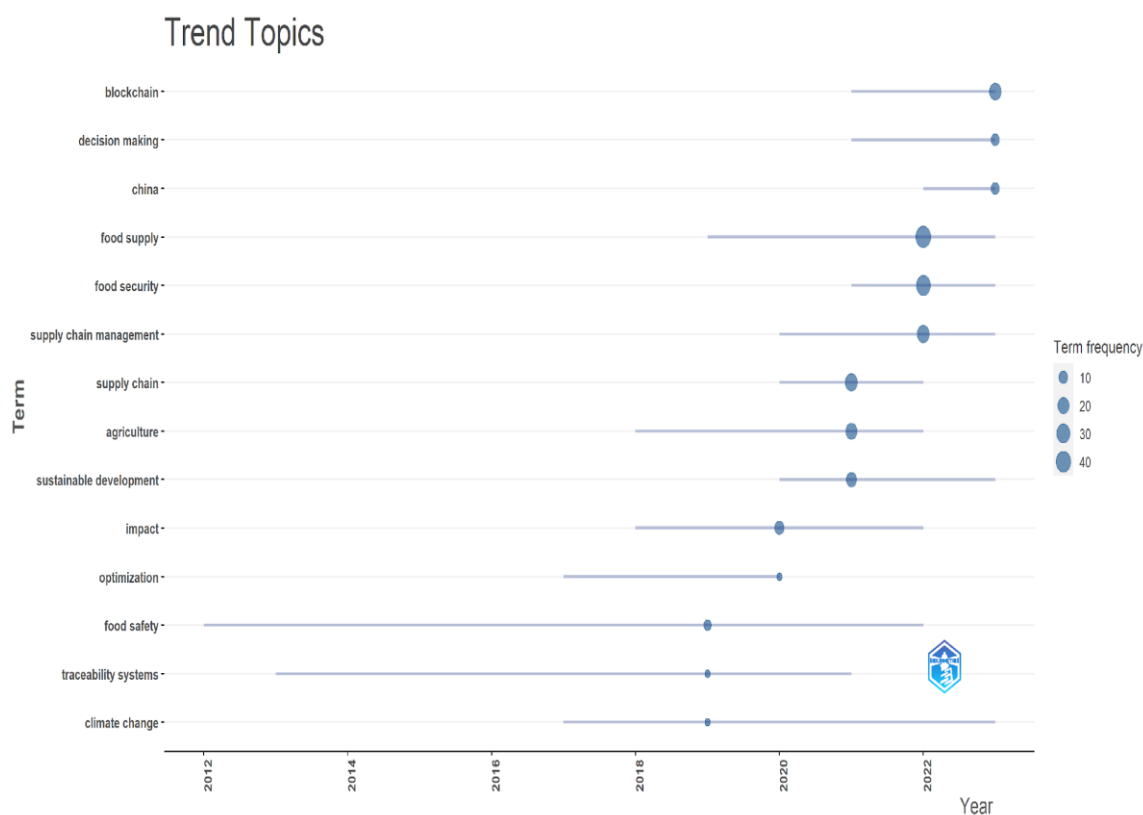
Entendendo a importância dessas palavras-chave, é possível perceber como elas formam a espinha dorsal da discussão sobre segurança alimentar e gestão do abastecimento. A análise descreve sugere uma concentração de interesse nessas áreas, o que é bastante pertinente considerando os desafios globais e locais atuais para garantir o acesso universal a alimentos seguros e nutritivos. Neste sentido as tecnologias podem ser uma grande aliada na promoção da segurança alimentar. Diversos autores veem desenvolvendo estudos com foco em analisar o programa de rede de segurança alimentar.

Os autores Guixia *et al.* (2024) e Gupta & Shankar, (2024) desenvolveram um modelo baseado na percepção, mapeando as causas profundas da insegurança alimentar apontando possíveis soluções baseados na utilização da tecnologia blockchain na implementação do sistema de rastreabilidade de alimentos. Os autores Jahanbin *et al.* (2023) desenvolveram uma plataforma com base em um framework que incorpora (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 da indústria alimentícia. Neste sentido os autores citam algumas maneiras pelas quais essa plataforma pode abordar os desafios de segurança nas cadeias de abastecimento alimentar.

Bai *et al.*, 2023, propuseram em seu estudo um sistema baseado na tecnologia *Blockchain* para as cadeias de frios proporcionando ao setor logístico uma cadeia mais inteligente e digitalmente habilitada, evitando assim o desperdício de alimentos. De acordo com os autores, a adoção da tecnologia blockchain pelo governo e a implementação de políticas de incentivo podem promover um desenvolvimento eficiente da infraestrutura de blockchain tornando todo o sistema mais eficaz.

A aplicação de diferentes tecnologias na área de segurança alimentar, a partir de uma perspectiva de gerenciamento de cadeia de fornecimento, estabelece um sistema de controle e segurança para cada cadeia de abastecimento (Papa, 2017). A ênfase na produção de alimentos destaca a importância prática do uso das tecnologias 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.

Figura 4 – Tópicos emergentes



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O termo Blockchain se destaca, pois é um conceito que começou a ganhar importância nesse campo de estudos nos últimos quatro anos, apesar disso, um número expressivo de estudos foi realizado sobre o tema. Essa dinâmica caracteriza um tema de pesquisa emergente.

Neste contexto, os autores George & Al-Ansari, (2023), firmam, que um sistema de comércio alimentar mais sustentável e confiável será possível se a tecnologia blockchain for utilizada para aumentar a transparência, segurança e eficiência do comércio alimentar. E que a utilização de soluções web3 para o setor de importação de alimentos é altamente viável e que, com as reformas sociais, econômicas e políticas corretas, é possível transformar todo o sistema alimentar para suportar uma transparência saudável e um equilíbrio de poder nas cadeias de abastecimento globais Assim, com uma abordagem cuidadosa e colaborativa, é possível transformar o sistema alimentar, promovendo transparência e sustentabilidade por meio da adoção de tecnologia blockchain e soluções web3.

Na Figura 5 apresenta-se os tópicos emergentes. Na sequência as análises apresentam-se os clusters associados (Figura 6).

Figura 5 - Coocorrência das keywords plus



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

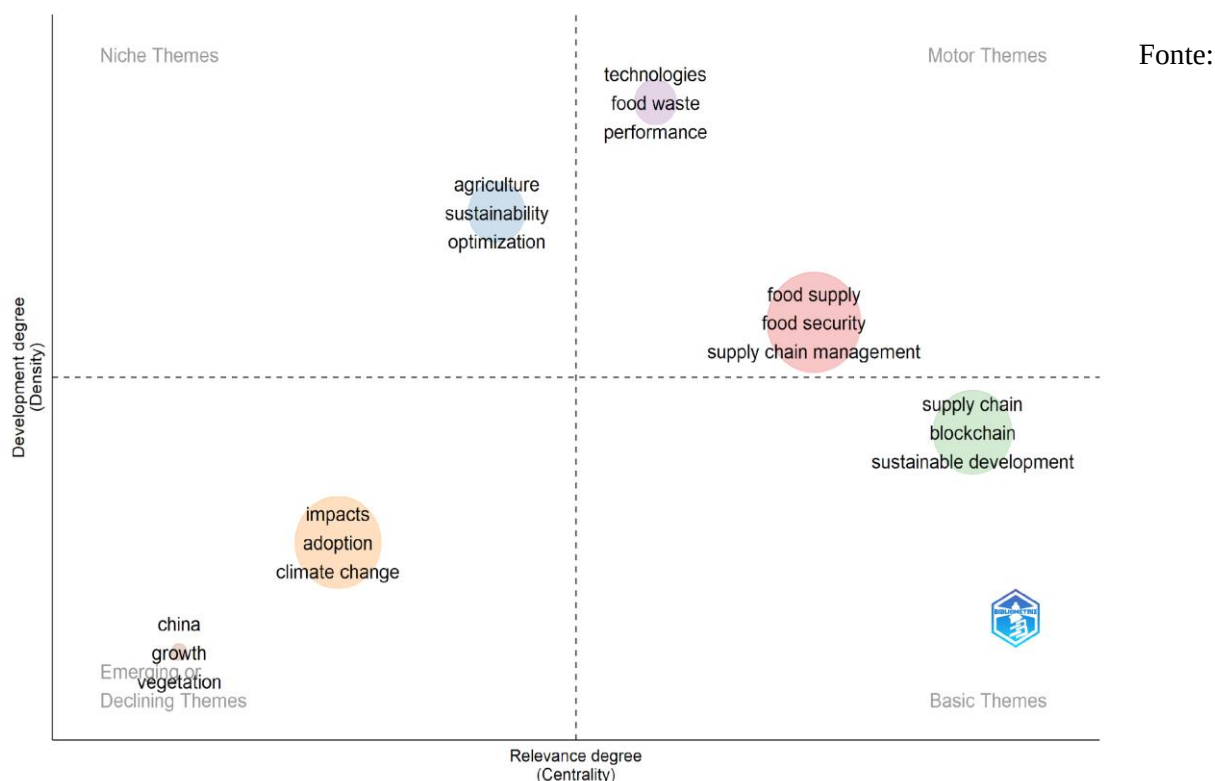
Os termos mais frequentes, *food supply*, *food security* e *supply chain*, apresentam uma forte concorrência formando o principal grupo de palavras. Entretanto, percebe-se que esse grupo está composto por diversos conceitos transversais e interdisciplinares. Nesse mesmo grupo de palavras-chave constam conceitos relacionados às tecnologias de informação como Blockchain, IoT identificação por radiofrequência, internet e rastreabilidade systems. Por outro lado, constam conceitos relacionados a sustentabilidade como desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, economia circular, desperdício alimentar e ciclo de vida. Essa dinâmica entre os termos esboçada no grupo principal de palavras lembra o conceito de *twin transition* apresentado no fórum econômico mundial. Segundo esse conceito a transformação digital e o desenvolvimento sustentável podem se desenvolver concomitante e mutuamente (World Economic Forum Annual Meeting 2022; Davos 2022).

O termo agricultura aparece como núcleo de um segundo grupo de palavras relacionado a biodiversidade, mudança climática e saúde. Adicionalmente, o termo agricultura se estabelece como elo entre os termos impactos, tecnologias e adoção revelando que existem pesquisas preocupadas com os impactos que as novas tecnologias causam no setor agrícola. Nesse ínterim, aparecem termos como fazendeiros, pobreza, gestão, desafios e performance. Em termos gerais, o campo de pesquisas apresenta conceitos relacionados as tecnologias, as questões ambientais, as questões sociais e econômicas.

Para colaborar com a análise dos temas, o mapa temático é um recurso útil para classificação e compreensão dos campos de pesquisas. O mapa temático classifica os termos de uma rede de concorrência (Figura 6) segundo a centralidade e a densidade dos termos dentro dessa rede. A centralidade caracteriza a posição relativa dos termos em uma rede e a densidade se refere ao número de vínculos observados em relação ao número total de relações possíveis em uma rede (Aria; Cuccurullo, 2017; Cobo et al., 2011).

A Figura 6 apresenta o mapa temático classificando os termos do campo de estudos em básicos, motores, temas de nicho e temas emergentes ou em declínio.

Figura 6 – Mapa temático



Elaborado pelos autores (2024).

Cadeia de suprimentos, blockchain e desenvolvimento sustentável podem ser classificados como temas básicos para o campo de estudos. Entretanto Abastecimento alimentar, segurança alimentar e Gestão da cadeia de abastecimento, tecnologias, desperdício alimentar e desempenho podem ser classificados como temas motores. Enquanto isso, os termos agricultura, sustentabilidade e otimização são classificados como temas de nicho. Por fim impactos, adoção, mudanças climáticas, China, crescimento e vegetação estão no quadrante dos temas emergentes ou em declínio para o campo de estudos.

A aplicação de diferentes tecnologias na área de segurança alimentar, a partir de uma perspectiva de gerenciamento de cadeia de fornecimento, estabelece um sistema de controle e segurança para cada cadeia de abastecimento (Papa, 2017). A ênfase na produção de alimentos destaca a importância prática do uso das tecnologias 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.

Essas aplicações podem trazer benefícios significativos às cadeias de suprimentos, ajudando a reduzir fraudes, melhorando a eficiência operacional, aumentando a transparência e promovendo práticas sustentáveis. No entanto, é importante salientar que a implementação bem-sucedida das novas tecnologias requer colaboração entre diferentes partes interessadas e consideração cuidadosa dos desafios técnicos e regulatórios específicos de cada setor.

4. Considerações finais

No que concerne aos resultados apresentados, pode-se verificar que o tema em estudo é crescente na academia nos últimos anos. Posto que no período analisado a taxa anual média de crescimento no número de publicações foi de 29,26%. Demonstrando que a concentração de documentos publicados nos últimos anos caracteriza um campo de estudos extremamente novo. Observando a distribuição da amostra em análise percebe-se que cerca de 95% dos autores realizou apenas uma contribuição.

Identificou-se também os países mais produtivos, sendo que os Estados Unidos se destacam em números de publicações, seguido pela Índia, China, Reino Unido e Nigéria. Ressalta-se que nesses países em destaque se encontram as instituições que possuem pesquisas relacionadas com a temática e que possivelmente realizaram investimentos significativos na área de ciência e tecnologia, além de serem referência mundial em inovação tecnológica (Wipo, S.D.; Tapscott e Tapscott 2016).

Pode-se evidenciar neste estudo os tópicos emergentes, no qual houve um destaque para o termo *Blockchain*, uma vez que é um conceito que começou a ganhar importância nesse campo de estudos nos últimos anos. Para tanto, o uso da tecnologia *Blockchain* pode simplificar mais as operações para os participantes das cadeias agroalimentares, podendo identificar e dimensionar investimentos e ter mais controle dos registros de cada elo da cadeia (Rocha et al., 2023).

Conforme demonstrado nas análises, encontrou-se um conjunto de expressões com maior semelhança e frequência, abastecimento alimentar, segurança alimentar e cadeia de abastecimento que apresentam uma forte concorrência formando o principal grupo de palavras. Nesse mesmo grupo de palavras-chave apresentaram conceitos relacionados às tecnologias de informação, como *Blockchain*, IoT identificação por radiofrequência, internet das coisas e sistemas de rastreabilidade. Neste sentido, percebe-se que as tecnologias podem impactar positivamente as cadeias de suprimentos.

Em resumo, a aplicação de tecnologias inovadoras pode transformar as cadeias de suprimentos, proporcionando benefícios substanciais, mas a abordagem deve ser cuidadosa, considerando as complexidades específicas de cada setor e promovendo a colaboração entre os participantes envolvidos. Posto que a transição de sistemas alimentares, resilientes e sustentáveis é essencial para garantir a segurança alimentar e minimizar os impactos ambientais negativos (Wünsche & Fernqvist, 2022). Esses procedimentos são essenciais para enfrentar os desafios complexos que a degradação ambiental e as alterações climáticas impõem aos sistemas alimentares globais.

As pesquisas por mais que sejam concretizadas de maneira eficiente para busca de consolidação dos resultados acabam passando por limitações. Esta pesquisa, refere-se ao universo pesquisado e os parâmetros de busca, visto que foi utilizado somente duas bases de dados como fonte de pesquisa e de parâmetro de busca. Contudo, vale ressaltar a importância de ambas as bases, por se tratar dos maiores 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. Desta forma, sugerem-se futuros estudos que analisem a produção científica a respeito da temática com outras bases de dados, ampliando o campo de busca.

Referências

- Affognon, Hippolyte, Christopher Mutungi, Pascal Sanginga, e Christian Borgemeister. “Unpacking Postharvest Losses in Sub-Saharan Africa: A Meta-Analysis”. *World Development*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.002>. 2015.
- Araújo, Ronaldo Ferreira, e Lidia Alvarenga. “A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007”. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação* 16 (31): 51–70. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2011v16n31p51>. . 2011
- Aria, Massimo, e Corrado Cuccurullo. “bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis”. *Journal of Informetrics* 11 (4): 959–75. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. 2017.
- Kamble, Sachin S., Angappa Gunasekaran, e Rohit Sharma.. “Modeling the Blockchain Enabled Traceability in Agriculture Supply Chain”. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT*. THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLAND: ELSEVIER SCI LTD. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>, 2020
- Kamble, S. S.; Gunasekaran, A.; Sharma, R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT* THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLAND ELSEVIER SCI LTD, , jun. 2020.
- Lipper, Leslie, Philip Thornton, Bruce M. Campbell, Tobias Baedeker, Ademola Braimoh, Martin Bwalya, Patrick Caron, et al. “Climate-Smart Agriculture for Food Security”. *NATURE CLIMATE CHANGE*. HEIDELBERGER PLATZ 3, BERLIN, 14197, GERMANY: NATURE PORTFOLIO. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2437>, 2014
- Lotka, A. J. The freq distrib of scientific productivity. *Journal of the Washington of Sciences*, v. 16, n. 12, p. 317–323, 1926.
- The R Foundation :rstats: (@R_Foundation@fosstodon.org)”. 2023. Fosstodon. 31 de outubro de 2023. https://fosstodon.org/@R_Foundation/111331106592201956.
- World Economic Forum Annual Meeting 2022, Davos. 2022. World Economic Forum. 1º de dezembro de 2022. <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2022>.
- Bai, Y., Yang, Z., Huang, M., Hu, M., Chen, S., & Luo, J. How can blockchain technology promote food safety in agricultural market?—An evolutionary game analysis. Em *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 30, Número 40, p. 93179–93198). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28780-7>, 2023.

Chandan, A., John, M., & Potdar, V. Achieving UN SDGs in Food Supply Chain Using Blockchain Technology. Em *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Número 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su15032109>, 2023.

Coelho, F. C., Coelho, E. M., & Egerer, M.. Local food: Benefits and failings due to modern agriculture. *Scientia Agricola*, 75, 84–94. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2015-0439>, 2018.

Cobo, M. J. et al. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 62, n. 7, p. 1382–1402, 2011.

Dey, S., Saha, S., Singh, A. K., & McDonald-Maier, K. SmartNoshWaste: Using Blockchain, Machine Learning, Cloud Computing and QR Code to Reduce Food Waste in Decentralized Web 3.0 Enabled Smart Cities. Em *Smart Cities* (Vol. 5, Número 1, p. 162–176). MDPI. <https://doi.org/10.3390/smartcities5010011>, . 2022.

Fountas, S., Aggelopoulou, K., & Gemtos, T. APrecision Agriculture. Em *Supply Chain Management for Sustainable Food Networks* (p. 41–65). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118937495.ch2>, . 2015.

George, W., & Al-Ansari, T. GM-Ledger: Blockchain-Based Certificate Authentication for International Food Trade. *Foods*, 12(21), Artigo 21. <https://doi.org/10.3390/foods12213914>, 2023.

Gkogkos, G., Lourenço, P., Pechlivani, E. M., Encarnação, L., Votis, K., Giakoumoglou, N., da Silva, J. M., & Tzovaras, DDistributed Ledger Technologies for Food Sustainability indexing. Em *Smart Agricultural Technology* (Vol. 5). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100312>, . 2023.

Govindan, K., Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 85, 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.068>, 2014.

Guixia, X., Samian, N., Mohd Faizal, M. F., Mohd As'Ad, M. A. Z., Mohamad Fadzil, M. F., Abdullah, A., Seah, W. K. G., Ishak, M., & Hermadi, I. A Framework for Blockchain and Internet of Things Integration in Improving Food Security in the Food Supply Chain. Em *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology* (Vol. 34, Número 1, p. 24–37). Semarak Ilmu Publishing. <https://doi.org/10.37934/araset.34.1.2437>, 2024.

Gupta, R., & Shankar, R. Managing food security using blockchain-enabled traceability system. Em *Benchmarking*. Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2022-0029>, 2023.

Jahanbin, P., Wingreen, S. C., Sharma, R., Ijadi, B., & Reis, M. M. Enabling affordances of blockchain in agri-food supply chains: A value-driver framework using Q-methodology. Em *International Journal of Innovation Studies* (Vol. 7, Número 4, p. 307–325). KeAi Publishing Communications Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.08.001>, 2023.

Khan, N., Ray, R. L., Sargani, G. R., Ihtisham, M., Khayyam, M., & Ismail, S. Current Progress and Future Prospects of Agriculture Technology: Gateway to Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 13(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/su13094883>, . 2021.

Mayring, P. *Qualitative content analysis—Theoretical foundation, basic procedures and software solution*. 2014.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2010.02.007>, 2010. 2010..

Narayanamurthy, G., & Gurumurthy, A.. Leanness assessment: A literature review. *Diário Internacional de Operações & Produção Gerenciamento : IJOPM ; o Revista Oficial de the European Operations Management Association, EUROMA*, 36(10). 2016.

Papa, S. F. Use of Blockchain Technology in Agribusiness: Transparency and Monitoring in Agricultural Trade. *Proceedings of the 2017 International Conference on Management Science and Management Innovation (MSMI 2017)*. 2017 International Conference on Management Science and Management Innovation (MSMI 2017), Suzhou, China. <https://doi.org/10.2991/msmi-17.2017.9>, 2017.

Pivoto, D., Waquil, P. D., Talamini, E., Finocchio, C. P. S., Dalla Corte, V. F., & de Vargas Mores, G. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information Processing in Agriculture*, 5(1), 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.12.002>, 2018.

Riolo, F. The social and environmental value of public urban food forests: The case study of the Picasso Food Forest in Parma, Italy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 45, 126225. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.002>, 2019.

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). 31 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sober2023/625983-a-tecnologia-blockchain-no-agronegocio--uma-mineracao-de-texto>>. Acesso em: 17 out. 2024

Schmidhuber, J., & Tubiello, F. N. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>. 2007.

Shen, L., Zhang, Z., Zhou, Y., & Xu, Y. Applying Blockchain Technology and the Internet of Things to Improve the Data Reliability for Livestock Insurance. *Sensors*, 23(14), Artigo 14. <https://doi.org/10.3390/s23146290>, 2023.

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

The R Foundation :rstats: (@R_Foundation@fosstodon.org). Disponível em:
<https://fosstodon.org/@R_Foundation/111331106592201956>. Acesso em: 24 fev. 2024.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

Wünsche, J. F., & Fernqvist, F. The Potential of Blockchain Technology in the Transition Towards Sustainable Food Systems. Em *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Número 13). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su14137739>, 2022.

Wipo. Global Innovation Index 2022, 15th Edition. Disponível em:
<https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2022/index.html>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Yadav, S., Luthra, S., & Garg, D. Modelling Internet of things (IoT)-driven global sustainability in multi-tier agri-food supply chain under natural epidemic outbreaks. Em *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH* (Vol. 28, Número 13, p. 16633–16654). SPRINGER HEIDELBERG. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11676-1>. 2021.

Yadav, V. S., Singh, A. R., Raut, R. D., & Govindarajan, U. H.. Blockchain technology adoption barriers in the Indian agricultural supply chain: An integrated approach. Em *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING* (Vol. 161). ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104877>, 2020.

Zeng, H., Dhiman, G., Sharma, A., Sharma, A., & Tselykh, A. An IoT and Blockchain-based approach for the smart water management system in agriculture. Em *EXPERT SYSTEMS* (Vol. 40, Número 4). WILEY. <https://doi.org/10.1111/exsy.12892>, 2023.

Zhang, Y., Wu, X., Ge, H., Jiang, Y., Sun, Z., Ji, X., Jia, Z., & Cui, G. A Blockchain-Based Traceability Model for Grain and Oil Food Supply Chain. Em *Foods* (Vol. 12, Número 17). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/foods12173235> 2023.