



BLOCKCHAIN APLICADA À SUSTENTABILIDADE EM CADEIA DE SUPRIMENTOS: PROPOSIÇÃO DE AGENDAS DE PESQUISA

Blockchain applied to sustainability in supply chains: proposing research agendas

Paulo Henrique dos Santos¹, José Elenilson Cruz², Daniel Soares de Souza³, Cassiomar Rodrigues Lope⁴
¹Instituto Federal de Goiás (IFG), Senador Canedo – Goiás, Brasil, ²Instituto Federal de Brasília – IFB, Gama, DF, Brasil, ³Instituto Federal de Brasília – IFB, Gama, DF, Brasil, ⁴Instituto Federal de Goiás – IFG, Anápolis, GO, Brasil
Email: paulo.santos1@ifg.edu.br, jose.cruz@ifb.edu.br, daniel.souza@ifb.edu.br, cassiomar.lopes@ifg.edu.br

RESUMO

Este estudo objetiva identificar o atual estágio da aplicação da tecnologia *Blockchain* à sustentabilidade em cadeias de suprimentos, de forma a propor agendas de pesquisa para direcionar novos estudos sobre o tema. O estudo é exploratório e descritivo e foi realizado por meio de revisão sistemática de literatura, com buscas nas bases de dados *Science Direct*, *Web of Science* e *Scopus*. A amostra final é composta por 58 artigos (45 empíricos e 13 teóricos). Dos estudos empíricos extraiu-se os aspectos metodológicos e as limitações mais frequentes, e de toda a amostra elaborou-se oito agendas de pesquisa constituída de 31 proposições atualizadas, inéditas e condizentes com os apontamentos da literatura para o direcionamento de futuros estudos. Identificou-se que (1) a tecnologia *Blockchain* aplicada à sustentabilidade em cadeias de suprimentos está em fase de desenvolvimento, (2) as pesquisas sobre este tema iniciaram apenas em 2019, (3) o principal apontamento em temas de método para os futuros trabalhos é o recorte temporal longitudinal, (4) os principais temas apontados são: impactos da *Blockchain* na sustentabilidade das cadeias de suprimentos, barreiras pré e pós adoção da *Blockchain* em cadeias de suprimentos sustentáveis e (5) os novos estudos devem se direcionar para cadeias agrícolas e alimentares.

Palavras-chave: Tecnologia Disruptiva, Inovação, Revisão Sistemática de Literatura.

ACEITO EM: 07/03/2024

PUBLICADO EM: 30/04/2024



BLOCKCHAIN APPLIED TO SUSTAINABILITY IN SUPPLY CHAINS: PROPOSING

Blockchain aplicada à sustentabilidade em cadeia de suprimentos: proposição de agendas de pesquisa

Paulo Henrique dos Santos¹, José Elenilson Cruz², Daniel Soares de Souza³, Cassiomar Rodrigues Lope⁴
¹Instituto Federal de Goiás (IFG), Senador Canedo – Goiás, Brasil, ²Instituto Federal de Brasília – IFB, Gama, DF, Brasil, ³Instituto Federal de Brasília – IFB, Gama, DF, Brasil, ⁴Instituto Federal de Goiás – IFG, Anápolis, GO, Brasil
Email: paulo.santos1@ifg.edu.br, jose.cruz@ifb.edu.br, daniel.souza@ifb.edu.br, cassiomar.lopes@ifg.edu.br

ABSTRACT

This study aims to identify the current stage of the application of Blockchain technology to sustainability in supply chains, in order to propose research agendas to direct new studies on the topic. The study is exploratory and descriptive and was carried out through a systematic literature review, with searches in the Science Direct, Web of Science and Scopus databases. The final sample consists of 58 articles (45 empirical and 13 theoretical). The most frequent methodological aspects and limitations were extracted from the empirical studies, and eight research agendas were created from the entire sample, consisting of 31 updated, unpublished propositions consistent with literature notes for the direction of future studies. It was identified that (1) Blockchain technology applied to sustainability in supply chains is in the development phase, (2) research on this topic only started in 2019, (3) the main point in terms of method for future work is the longitudinal time frame, (4) the main themes highlighted are: impacts of Blockchain on the sustainability of supply chains, pre- and post-adoption barriers of Blockchain in sustainable supply chains and (5) new studies should target agricultural chains and food.

Keywords: Disruptive technology, Innovation, Systematic Literature Review.

INTRODUÇÃO

Cadeia de Suprimentos (CS) sustentável é um sistema de partes interessadas e de informações e recursos envolvidos no fluxo de bens e/ou serviços, dos fornecedores aos clientes, que possui metas econômicas, sociais e ambientais, como as que buscam evitar o esgotamento dos recursos naturais para manter o equilíbrio ecológico (Sunmola, 2021).

Embora a sustentabilidade em CS globais esteja recebendo atenção significativa de pesquisadores, já que mais de 93% das 250 maiores empresas mundiais reportam ações sustentáveis, as CS enfrentam, cada vez mais, o desafio de integrar a sustentabilidade em suas operações. A sustentabilidade em cadeias de suprimentos implica em abordagem integrada para garantir gestão confiável, do ponto de vista econômico, social e ambiental, nos processos de entrada e saída de recursos (materiais, financeiros e informações) e nos processos logísticos ao longo de toda a CS (Njualem, 2022).

Considerando que a sustentabilidade também está intimamente relacionada à visibilidade e à rastreabilidade das operações, a Tecnologia *Blockchain* (TB) pode desempenhar papel inovador para viabilizá-la, já que proporciona maior rastreabilidade, responsabilidade e sustentabilidade no contexto das cadeias de suprimentos, oferecendo oportunidades reais para a melhoria do desempenho (Jraisat et al., 2022).

Blockchain é uma tecnologia digital que recentemente ganhou popularidade em fóruns e conferências, em artigos científicos, jornalísticos e de opinião, dentre outros eventos, devido à sua utilização no desenvolvimento das criptomoedas (Lyasnikov et al., 2020). Estima-se que o valor agregado aos negócios proporcionados pela inovação da TB excederá US\$ 3,1 trilhões até 2030 (Shoker, 2021).

No contexto das cadeias de suprimentos, a TB garante informações autênticas e confiáveis e permite a construção de confiança entre as partes envolvidas em transações comerciais, facilitando o gerenciamento de informações. Além disso, em CS de várias camadas, a TB facilita a integração das informações entre as diferentes partes, incluindo produção, logística e vendas, disponibilizando o acesso a essas informações a todos os membros autorizados, à montante e à jusante, da cadeia de suprimentos (Zhang et al., 2022b).

Nesse processo, a autenticidade dos dados proporcionada por segurança criptográfica pode ser compartilhada com segurança entre parceiros que não confiam entre si ao longo de uma cadeia de suprimentos. A TB usa algoritmos pré-acordados para garantir a imutabilidade das informações e oferecer um ambiente livre de falhas e de riscos para transações que impliquem transferência de propriedade de ativos (Carlan, Sys & Vanelslender, 2022). Assim, espera-se que a TB tenha um impacto disruptivo ao remover intermediários que, supostamente, representam a fonte de confiança e confiabilidade exigida pelos participantes de uma cadeia de suprimentos (Brookbanks & Parry, 2022).

Embora discussões sobre formas de se aumentar a confiança entre os parceiros de uma cadeia de suprimentos estejam presentes em estudos há algum tempo (Ballou, 2007; Han & Dong, 2015; Capaldo & Giannoccaro, 2015; Qu & Yang, 2015; Payan & Tan, 2015; Sridharan & Simatupang, 2013), elas não abarcaram aplicações da TB, dado que esse aspecto é relativamente recente (Zhang et al., 2022a). Além disso, são escassas as evidências sobre o uso da TB para garantir a sustentabilidade em cadeias de suprimentos (Shoker, 2021).

Desta maneira, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: como a literatura tem abordado aplicações da TB voltadas à sustentabilidade em cadeias de suprimentos? O objetivo é identificar o atual estágio da aplicação da tecnologia *Blockchain* à sustentabilidade em cadeias de suprimentos, de forma a propor agendas de pesquisa para direcionar novos estudos sobre o tema.

1 BLOCKCHAIN APLICADA À CADEIA DE SUPRIMENTOS

O termo *Blockchain* significa literalmente uma “cadeia de blocos” de informações sobre transações, pessoas, objetos, números de série, empréstimos emitidos, dentre outros, a qual se configura num banco de dados distribuído entre muitos participantes que operam sem o controle centralizado numa autoridade superior (Lyasnikov et al., 2020). Sua estrutura de rede *peer-to-peer*, combinada com algoritmos de criptografia e mecanismos de consenso, proporciona vantagens como descentralização, rastreabilidade, imutabilidade, transparência e contratos inteligentes, as quais suscitam interesse generalizado em muitas áreas (Zhang et al., 2022b).

A tecnologia *Blockchain* elimina a necessidade de uma terceira entidade para validar transações entre duas ou mais entidades que não confiam mutuamente entre si ao usar o mecanismo de consenso de nós existentes sobre a rede *peer-to-peer*. Ela garante que o estado original dos dados que fluem por uma cadeia de informações seja igual (sem qualquer modificação) em todos os nós (pontos de conexão) da cadeia, de ponta a ponta, permitindo também a adição de novos dados, além de proteger e armazenar os dados de forma transparente (Fu *et al.*, 2022).

Em seus anos iniciais, a aplicação da TB era limitada em torno do domínio das criptomoedas, mas com o passar do tempo pesquisadores começaram a identificar inúmeras vantagens de integrar a TB em diferentes áreas, como na gestão da CS, em que *Blockchain* ajuda a rastrear a origem de um produto e suas matérias-primas (Khanna *et al.*, 2022). Há relatos também do uso da TB integrada às tecnologias digitais, como a identificação por radio frequência (RFID) e internet das coisas (IoT), para facilitar a transparência e a rastreabilidade de operações (Sunmola, 2021) e melhorar o desempenho de cadeias de suprimentos, a partir da garantia de transparência, qualidade e eficiência nas operações (Markus & Buijs, 2022).

Mais recentemente, o uso da TB para garantir a sustentabilidade nas cadeias de suprimentos ganhou força na literatura (Jurdak *et al.*, 2022; Lazaroiu & Roscia, 2018) sob a premissa de que ela pode contribuir significativamente para alcance de metas do desenvolvimento sustentável ao melhorar o gerenciamento de CS sustentáveis, rastreando os recursos de administração de produtos (Bai, Cordeiro & Sarkis, 2022) e melhorando as preferências de compra do consumidor (Zhang *et al.*, 2022a).

Os relatos são os de que a *Blockchain* permite aos consumidores verificarem o histórico de cada bem, desde a produção (Tiscini *et al.*, 2020), e possibilita o monitoramento e a auditoria de processos produtivos, contribuindo para o aumento da transparência da atividade empresarial. Esses aspectos permitem que clientes façam escolhas mais responsáveis e sustentáveis (Tiscini *et al.*, 2020).

As evidências da literatura a favor da aplicabilidade da TB para garantir a sustentabilidade nas cadeias de suprimentos são muitas, desde aquelas que destacam as características únicas (confiança, automação, descentralização, transparência, proveniência e resiliência) e as vantagens (segurança, irreversibilidade, distribuição e precisão) dessa tecnologia (Shoker, 2021; Yadav & Singh, 2020) até as que indicam quais seriam os fatores críticos de sucesso (acessibilidade, descentralização, satisfação do cliente, segurança e gerenciamento de dados, documentação, leis e políticas, custo geral, desempenho geral, qualidade, sistema confiável, sistema inteligente e robustez do sistema) dessa aplicação (Song, Wang & Merveille, 2020; Sunmola, 2021). Esses fatores podem contribuir para converter empresas tradicionais em empresas inteligentes, com maior impacto social e menor impacto ambiental (Rana, Tricase & Cesare, 2021).

2 METODOLOGIA

Esse estudo é uma pesquisa exploratória e descritiva, realizada sob o procedimento técnico da revisão sistemática de literatura (RSL), seguindo o protocolo de Cronin, Ryan e Coughlan (2008). Busca-se estruturar e categorizar o conteúdo de pesquisas sobre aplicações da TB na sustentabilidade de cadeias de suprimentos. As etapas de realização do estudo são descritas abaixo.

- ✓ **Etapa 1** – formulação da questão de pesquisa. A questão de pesquisa formulada foi: como a literatura tem abordado aplicações da TB voltadas à sustentabilidade em cadeias de suprimentos?
- ✓ **Etapa 2** – estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão. Os critérios utilizados nas buscas nas bases de dados foram: a) busca nos títulos pelas palavras-chave em inglês *supply chain*, *Blockchain* e *sustainable* ou *sustainability* de forma combinada, b) uso do operador booleano AND, c) artigos completos empíricos e teóricos, na língua inglesa, publicados em periódicos ou em conferências, excluindo-se resumos, capítulos de livros, resenhas de livros, comentários, relatos de casos, editoriais, patentes etc.), d) período de publicação: sem critério de início, até setembro de 2022 (data do levantamento da literatura), e) base de dados internacionais: *Science Direct*, *Web of Science* e *Scopus*.
- ✓ **Etapa 3** – seleção e acesso à literatura. As buscas retornaram 79 artigos completos publicados, conforme os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.
- ✓ **Etapa 4** - avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão. Realizou-se leitura dos resumos dos 179 documentos, e selecionou-se 58 trabalhos (16 da *Science Direct*, 28 da *Web of Science* e 14 da *Scopus*).

- ✓ que tratam do tema objeto de pesquisa.
- ✓ **Etapa 5** – análise, síntese e disseminação dos resultados. Os 58 artigos selecionados (13 artigos teóricos e 45 estudos empíricos) foram analisados por meio da técnica Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), visando a categorização semântica (categorias temáticas) do material., baseando-se nos seguintes critérios:
- ✓ exclusão mútua - onde cada elemento não pode existir em mais de uma divisão;
- ✓ homogeneidade - diferentes níveis de análise devem ser separados em outras tantas análises sucessivas;
- ✓ pertinência - adaptação ao material de análise escolhido;
- ✓ objetividade e fidelidade - clareza nas variáveis de tratamento e precisão nas determinantes de entrada de um elemento numa categoria; produtividade - fornecimento de resultados férteis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a *Blockchain* esteja em sua fase de infância (Varriale et al., 2020), já se conhece o progresso de sua aplicação na vida cotidiana, especialmente nos setores financeiro e farmacêutico (Alharthi, Cerotti & Far, 2020). Em relação à sustentabilidade em cadeias de suprimentos, os estudos são escassos (Njuaem, 2022) e recentes, dado que as primeiras publicações ocorreram a partir do ano de 2019.

Dos 58 artigos selecionados, o mais influente é o de Saberi et al. (2019), com 753 citações na *Web of Science* no total e com 48 no conjunto dos estudos selecionados neste estudo. Saberi et al. (2019) analisam as barreiras à adoção e pós-adoção da *Blockchain* em cadeias de suprimentos, realizando uma revisão de literatura que discute a adoção da TB em favor da sustentabilidade. Os autores afirmam que governos, ONGs, indústrias, comunidades e organizações profissionais devem promover a *Blockchain* para criar valor de sustentabilidade. Defendem, ainda, que as organizações precisam, através da TB, serem compensada pelos clientes na garantia de produtos verdes.

Enquanto pesquisas teóricas trabalham com suposições, pesquisas empíricas fornecem evidências, apoiando suposições generalizadas sobre efeitos particulares (Mangen, 2016). Considerando que elas estabelecem uma conexão entre a pesquisa científica e o mundo real, (Vogel & Lasch, 2018), optou-se por revisar apenas os 45 estudos empíricos selecionados para obtenção de uma visão geral sobre objetivos, metodologias e resultados dos estudos. No entanto, por limitação de espaço, sintetiza-se neste estudo os principais aspectos metodológicos e principais limitações, e elabora-se, a partir das sugestões de pesquisa dos estudos analisados, oito agendas de pesquisas.

3.1 Métodos predominantes nas pesquisas empíricas sobre TB em Cadeias de Suprimentos

Identificou-se 35 procedimentos metodológicos diferentes nos 45 artigos empíricos. Na Figura 3, cada círculo representa um procedimento e contém as obras que aplicaram o mesmo procedimento metodológico. Algumas obras usaram mais de um procedimento. O tamanho do círculo é proporcional à quantidade de trabalhos que utilizaram o mesmo método, ficando o os círculos maiores no centro da Figura.

respostas ao problema investigado. Azmi et al. (2022) utilizaram a abordagem mista (qualitativa e quantitativa) para investigar a falta de aplicativos *Blockchain*, utilizando entrevistas semiestruturadas para obter as perspectivas, pensamentos e alto nível de compreensão dos entrevistados.

Alharthi, Cerotti & Far (2020) utilizaram a abordagem qualitativa para coletar dados de hospitais da Arábia Saudita por meio de entrevistas semiestruturadas. Jraisat et al. (2022) utilizaram a pesquisa qualitativa com dados secundários e primários para identificar os principais temas e associações no desenvolvimento de um quadro conceitual da TB em uma rede de CS reversa de várias indústrias. Friedman & Ormiston (2022) coletaram dados de especialistas, por meio de entrevistas semiestruturadas, e aplicaram técnicas qualitativas para entender as oportunidades e as formas de resistência à TB como uma inovação orientada para a sustentabilidade.

O método AHP, presente em 4 artigos, é uma técnica de multicritério bastante utilizada para resolver problemas complexos, em que a tomada de decisão é caracterizada pela incerteza e hesitação. Bendarag et al., (2022) utilizam o AHP, porém na forma *fuzzy* intuicionista. O processo de análise *fuzzy* intuicionista AHP determinou a importância das barreiras que afetam a adoção da TB por meio do cálculo de seus pesos, a fim de auxiliar os tomadores de decisão na adoção de procedimentos flexíveis de tomada de decisão de curto prazo. Esse cálculo leva em consideração a incerteza e os níveis de hesitação que caracterizam esse tipo de problema de tomada de decisão.

Boutkhoul et al. (2021) aplicaram o *fuzzy* intuicionista AHP para calcular o peso da importância de todos os fatores e identificar barreiras que influenciam a adoção de TB. Os autores classificaram, estruturaram e avaliaram os fatores relativos às barreiras quanto à sua importância/prioridade com base em opiniões de especialistas. Mukherjee et al. (2022) usam o AHP para comparar a CS habilitada para TB e a CS tradicional em termos dos benefícios potenciais da TB.

A análise MICMAC, método presente em 3 artigos analisados, consiste de uma multiplicação de matrizes de impacto cruzado aplicada à classificação. O método é utilizado para identificar os parâmetros críticos de sucesso com base na análise da força motriz e dependências das variáveis, fornecendo *insights* valiosos sobre a importância relativa e a interdependência entre os fatores identificados (Tayal et al., 2021). Nayak & Dhaigude (2019) utilizaram o MICMAC para propor um modelo conceitual para gerenciamento da cadeia de suprimentos sustentável em pequenas e médias empresas usando *Blockchain*. Para que as CS se tornem sustentáveis, a cultura entre as empresas parceiras desempenha um papel significativo, juntamente com restrições financeiras e concorrência. Cadeias de suprimentos tradicionais são atingidas pelo comportamento de auto-otimização de várias entidades, resultando em desempenho ruim. Falta de transparência e rastreabilidade são os principais parâmetros que precisam ser abordados.

O método DEMATEL, presente em 3 artigos, é um da técnica multicritério de apoio à decisão utilizada para avaliar a inter-relações complexas entre fatores de avaliação. Yadav & Singh (2020) adotam o DEMATEL para identificar as principais causas que ajudam a alcançar a CS sustentável após a integração da tecnologia TB. Kouhizadeh, Saberi & Sarkis (2021) utilizam esta técnica para estruturar as relações causais entre as barreiras de adoção da TB em CS, e identificar a proeminência de cada barreira em relação à CS sustentável.

O BWM, presente em 3 artigos, é um método de tomada de decisão de múltiplos atributos relativamente novo, em que, primeiramente, escolhe-se o melhor e o pior critérios e, em seguida, compara-se outros critérios com esses dois, visando obter um esboço do problema. Liu et al. (2021) utilizaram o BWM para classificar as barreiras à adoção da TB em CS, ilustrando a interligação dessas barreiras e a prioridade de cada elemento. Bai, Quayson & Sarkis (2022) usam o BWM para avaliar os pesos dos principais facilitadores da adoção da TB em um caso real da CS de cacau num país africano emergente. Zhang & Song (2022) utilizaram o BWM para propor a redução dos ônus das comparações pareadas de critérios de risco.

Por fim, modelagem por equações estruturais (PLS-SEM), presente em 3 estudos, é adequada para testar hipóteses em pesquisas que não apresentem normalidade univariada ou multivariada de dados. Nayal et al. (2021) empregaram o PLS-SEM para testar hipóteses propostas entre os benefícios percebidos, utilidade percebida e lucratividade da adoção da TB na CS sustentável. Khan et al. (2022) empregaram o PLS-SEM para análise relações hipotéticas. Paul et al. (2021) utilizam a PLS-SEM para examinar a instrumentalidade das TB para permitir o mapeamento da CS e a integração da cadeia de suprimentos, além de, testar o impacto direto das TB sobre a sustentabilidade da CS. Descobriram que a TB, ao oferecer escalabilidade através da qual qualquer banco de dados extenso pode ser acessado de vários locais ao redor do mundo, melhora a integração da CS, melhorando ainda mais

a sustentabilidade da cadeia. *Blockchain* é frequentemente explicado como ‘uma versão da verdade’ para cada produto.

3.2 Principais limitações dos artigos empíricos sobre TB em cadeias de suprimentos

Ao todo foram categorizadas 18 limitações distintas dentre os 45 artigos empíricos. A principal, presente em 12 artigos, é o número limitado de participantes nas pesquisas. Enquanto Kouhizadeh, Saberi & Sarkis (2021) consideraram a conveniência dos entrevistados, limitando o alcance da amostra, Nayak & Dhaigude (2019), Caldarelli, Zardini & Rossignoli (2021), Alharthi, Cerotti & Far (2020), Varriale et al. (2020), Njuaem (2022) justificam o pequeno número de participantes à novidade das aplicações da TB em CS sustentáveis. Paul et al. (2021), Tayal et al., (2021), Park (2020) e Biswas et al. (2022) indicam a limitação de compreensão dos respondentes sobre aplicações da TB em cadeias de suprimentos. O Quadro 2 sintetiza as limitações identificadas.

Quadro 1: Principais limitações identificadas nos estudos empíricos

Limitações	Autores
Limitação da quantidade de participantes da pesquisa	Paul et al. (2021), Kazancoglu et al., (2022), Friedman e Ormiston (2022), Kouhizadeh, Saberi e Sarkis (2021), Nayak e Dhaigude (2019), Yousefi e Tosarkani (2022), Park (2020), Yadav e Singh (2020), Kouhizadeh, Saberi e Sarkis (2021), Boutkhom et al., (2021), Yadav e Singh (2020), Alharthi, Cerotti e Far (2020)
Incapacidade de generalizar os resultados	Sunmola, Burgess e Tan (2021), Park (2020), Erol, Ar e Peker (2022), Kamble et al., (2021), Mukherjee et al. (2022)
Compreensão inadequada dos respondentes sobre a TB na CS	Paul et al. (2021), Tayal et al., (2021), Park (2020), Biswas et al. (2022)
Análise de poucos casos	Oguntegbe, Di Paola e Vona (2021), Di Vaio e Varriale (2020), Kamble et al., (2021), Jraisat et al. (2022)
Concentração de análise apenas em um país	Nayak e Dhaigude (2019), Kamble et al., (2021), Khan et al. (2022), Alharthi, Cerotti e Far (2020)
Somente análise teórica e implicações	Prajapati et al. (2022), Bai e Sarkis (2020)
Dados coletados em um ponto no tempo	Paul et al. (2021), Khan et al. (2022)
Base em opiniões de especialistas e julgamentos subjetivos	Kazancoglu et al., (2022), Sunmola, Burgess e Tan (2021)
Limitação do aspecto exploratório	Bai, Quayson e Sarkis (2022), Caldarelli, Zardini e Rossignoli (2021)
Falta de correlação e a inferência causal entre a adoção uma cadeia de suprimentos baseada em blockchain e desempenho de sustentabilidade.	Park e Li (2021)
Não considera as relações de causalidade	Kazancoglu et al., (2022)
Não distinção entre diferentes fontes de cadeias alimentares	Friedman e Ormiston (2022)
Falta de testes ou confirmações experimentais	Liu et al., (2021)
Negligência as interações entre diferentes fatores de risco	Zhang e Song (2022)
Falta de discussão no contexto da pesquisa em responsabilidade social corporativa	Kshetri (2021)
Falta de domínio pleno do método de análise por parte dos pesquisadores	Zhang et al. (2022)
Baixa compreensão dos especialistas sobre o método utilizado	Yadav e Singh (2020)
Restrição do número de materiais analisados	Guo, Sun e Lam (2020)

A segunda maior limitação, presente em 5 artigos, é a não generalização dos resultados para toda o universo da pesquisa. Trata-se de uma limitação relacionada ao procedimento de amostragem dos trabalhos. Os resultados de Mukherjee et al. (2022) não valem para além da indústria agrícola, os de Kamble et al., (2021) não valem para além do setor automobilístico e os de Nayak e Dhaigude (2019) e Park (2020) não podem ser generalizados devido ao viés da amostra.

Outras limitações tais como: análises de poucos casos, concentração de análise apenas em um país e compreensão inadequada dos respondentes sobre a TB aplicada à CS estão presentes 4 estudos, cada. São limitações presentes em estudos que constataram poucas aplicações bem-sucedidas de TB em CS, como visto em Song et al. (2022), Kshetri (2021) e Nnjuaem (2022). Oguntegbe, Di Paola & Vona (2021) encontraram poucos casos reais sobre aplicação de TB na CS sustentável. Di Vaio & Varriale (2020) consideraram apenas um aeroporto em sua análise empírica e focaram apenas na análise de documentos e outras fontes de informação; Kamble et al. (2021) basearam-se apenas nas percepções dos gerentes da indústria automotiva indiana.

Nayak & Dhaigude (2019) alegam que ao concentrarem seu estudo na Índia, não capturaram os desafios enfrentados por outros países em desenvolvimento. Kamble et al. (2021), ao também realizarem seu estudo na indústria automotiva indiana, declaram que o estudo pode não estar alinhado com outros países ou setores. Já, o estudo de Khan et al. (2022) considera apenas dados de empresas da Malásia. Alharthi, Cerotti & Far (2020) explicam que o seu estudo realizado no contexto da Arábia Saudita pode não servir para análises em outros países com características diferentes.

Outras limitações, tais como: dados coletados em um ponto no tempo, somente análise teórica, somente opiniões de especialistas, julgamentos subjetivos e restrição do número de materiais analisados demonstram a carência de aplicações reais de TB na CS e a necessidade de análises longitudinais e comparações entre diferentes casos em várias situações e estruturas diferentes.

3.3 Agendas para futuras pesquisas sobre Blockchain aplicada à sustentabilidade em cadeias de suprimentos

Após avaliação dos 58 artigos selecionados nesta revisão de literatura sobre TB aplicada à sustentabilidade em cadeias de suprimentos, são apresentadas sugestões para direcionamento de futuras pesquisas sobre o tema.

A grande maioria dos trabalhos sugeriram estudos longitudinais sobre aplicações da TB na sustentabilidade da CS. Estudos longitudinais mais amplos são necessários para determinar a evolução das barreiras à adoção da TB e o quanto elas mudam em termos de proeminência e relacionamentos (Kouhizadeh, Saberi & Sarkis, 2021). A captura de dados em diferentes pontos de tempo contribuirá para avançar nas pesquisas sobre TB na sustentabilidade da CS (Park, 2020). Com base no conteúdo das sugestões de futuras pesquisas apresentadas nas obras analisadas, sintetiza-se a primeira agenda de pesquisa.

Agenda 1 - Pesquisas longitudinais

- ✓ Investigar o desempenho sustentável de cadeias de suprimentos, envolvendo os três pilares da sustentabilidade (social, econômico e ambiental) desde o início da implantação da *Blockchain* até a data da pesquisa.
- ✓ Avaliar o comportamento das organizações frente às barreiras enfrentadas por cadeias de suprimentos sustentáveis após a adoção da *Blockchain*.
- ✓ Testar o impacto direto da *Blockchain* na sustentabilidade das cadeias de suprimentos, buscando identificar se as vantagens terão maior valor do que as desvantagens.
- ✓ Avaliar as relações de causalidade entre *Blockchain* e sustentabilidade em cadeias de suprimentos.
- ✓ Avaliar em pontos diferentes do tempo, a título de comparação, ações governamentais voltadas para a adoção da *Blockchain* na sustentabilidade de cadeias de suprimentos.
- ✓ Investigar a evolução de pontos positivos e negativos da adoção da TB em cadeias de suprimentos sustentáveis.
- ✓ Acompanhar a desintegração e desistência do uso da *Blockchain* em cadeias de suprimentos sustentáveis, analisando os principais motivos da não continuação e, posteriormente, sugerindo soluções para reestruturação de decisões que levaram a tal declínio.

- ✓ Realizar análises das emissões de carbono de cadeias de suprimentos, desde a matéria prima até o consumidor final, comparando as emissões por elo constituinte das cadeias.

Outros estudos (Prajapati et al., 2022; Jraisat et al., 2022; Ero, Ar & Peker, 2022) indicaram sugestões de pesquisas futuras envolvendo a TB, cadeias de suprimentos sustentáveis e economia circular. Baseando-se no conteúdo das sugestões desses trabalhos, elaborou-se a segunda agenda de pesquisa.

Agenda 2 - Pesquisas integradoras de CS, *Blockchain* e economia circular

- ✓ Avaliar em cadeias de suprimentos de circuito fechado o papel da *Blockchain* na garantia da sustentabilidade ambiental de produtos e resíduos.
- ✓ Mensurar o efeito da *Blockchain* no impulsionamento da economia circular no contexto de cadeias de suprimentos sustentáveis.

Um outro conjunto de estudos (Saberri et al., 2019; Kleinknecht, 2021; Caldarelli, Zardini & Rossignoli, 2021) sugerem que pesquisas futuras se concentrem em análises de barreiras à adoção da TB nas CS sustentáveis. Baseando-se no conteúdo das sugestões desses estudos, elaborou a terceira agenda de pesquisa.

Agenda 3 - Pesquisas integradoras de CS, *Blockchain* e economia circular

- ✓ Determinar as barreiras específicas da adoção da *Blockchain* em cadeias de suprimentos sustentáveis, propondo a tratativa adequada a essas barreiras.
- ✓ Identificar as barreiras relativas à adoção da *Blockchain* em cadeias de suprimentos sustentáveis, por pilar da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), analisando o peso de cada pilar na decisão de adoção da TB.
- ✓ Avaliar as barreiras pré-adoção e pós-adoção da *Blockchain* em cadeias de suprimentos e seus respectivos impactos na sustentabilidade.

Outros trabalhos (Sahoo et al., 2022; Kazancoglu et al., 2022; Tayal et al., 2021; Friedman & Ormiston, 2022) indicaram às pesquisas futuras focarem em cadeias de suprimentos alimentares. Com base nas sugestões, elaborou-se a quarta agenda de pesquisas.

Agenda 4 - Pesquisas sobre aplicações da *Blockchain* em cadeias alimentares

- ✓ Avaliar as principais oportunidades sustentáveis proporcionadas pela *Blockchain* em cadeias de suprimentos alimentares, identificando como as oportunidades podem gerar valor aos alimentos da cadeia.
- ✓ Mapear as particularidades de economias emergentes com baixa penetração de tecnologia que impossibilitem a adoção *Blockchain*, avaliando, ao mesmo tempo, alternativas que contornem essas barreiras.
- ✓ Analisar a integração da *Blockchain* e sua operacionalidade em cadeias de suprimentos alimentares de economias emergentes com baixa penetração de tecnologia, a fim de propor um modelo de *Blockchain* específico para as cadeias inseridas nessas condições.
- ✓ Estudar casos de sucesso de ganhos sustentáveis obtidos por cadeias de suprimentos alimentares que adotam a *Blockchain*.

Alguns estudos (Kshetri, 2021; Kouhizadeh, Saberri & Sarkis, 2021; Khan et al., 2022; Saberri et al., 2019) propõem investigações sobre o potencial de outros países em aumentarem sua intenção de compra para produtos de cadeias de suprimentos baseadas em *Blockchain* devido à segurança e à confiança proporcionadas pela tecnologia. A partir do conteúdo das sugestões desses estudos, elaborou-se a quinta agenda de estudos:

Agenda 5 - Pesquisas sobre a intenção de compra de outros países de produtos de cadeias de suprimentos baseadas em *Blockchain*

- ✓ Avaliar políticas governamentais voltadas para implantação de TB nas CS sustentáveis em economias emergentes com baixa penetração de tecnologia, atestando os mercados que se abririam após a implementação.
- ✓ Mensurar os benefícios econômicos oriundos da implantação de TB, observando o papel do Estado como moderador desta iniciativa em economias emergentes com baixa penetração de tecnologia.
- ✓ Identificar países que se abrem para produtos sustentáveis garantidos por CS com TB, mapeando os produtos e informações seguras que estes países exigem.
- ✓ Há também sugestões de estudos sobre o pilar social da sustentabilidade em projetos de implantação da *Blockchain* em CS sustentáveis (Bai & Sarkis, 2020; Oguntegbe, Di Paola & Vona, 2021; Di Vaio & Varriale, 2020; Khanfar et al., 2021). A partir das sugestões desses estudos, elaborou-se a sexta agenda de pesquisa:

Agenda 6 - Pesquisas sobre o pilar social nos projetos de implantação da TB em cadeias sustentáveis

- ✓ Investigar a dimensão social de cadeias de suprimentos em economias emergentes com baixa penetração de tecnologia, identificando o desempenho social sustentável da CS provocado pela adoção da TB.
- ✓ Avaliar as variáveis sociais que podem afetar os benefícios da TB no gerenciamento da CS para um desempenho sustentável.
- ✓ Investigar o desempenho social da TB em CS de vários setores diferentes, comparando o desempenho entre os setores.

Outras sugestões envolvem pesquisas sobre a integração da *Blockchain* a outras tecnologias para garantir a sustentabilidade em cadeias de suprimentos (Bager, Singh & Persson, 2022; Joo & Han, 2021; Munir et al., 2022; Paliwal, Chandra & Sharma, 2020; Esmaeilian et al., 2020). A partir das sugestões desses estudos, elaborou-se a sétima agenda de pesquisa:

Agenda 7 - Pesquisas sobre o pilar social nos projetos de implantação da TB em cadeias sustentáveis

- ✓ Avaliar a confiança distribuída e os contratos inteligentes em CS sustentáveis após adoção da TB.
- ✓ Avaliar a função conjunta do big data, ciclo de vida, técnicas de avaliação, internet das coisas e RFID, dentre outras tecnologias na integração com TB na CS sustentável.
- ✓ Avaliar a interação de sistemas de gerenciamento de informações com a TB, avaliando as melhores práticas de uso desta interação.
- ✓ Avaliar as infraestruturas de TI necessárias para funcionamento pleno da TB em CS sustentáveis.

Outras sugestões direcionam-se para pesquisas que abordem empresas de logística e empresas agrícolas (Park, 2020; Biswas et al., 2022; Azmi et al., 2022; Mukherjee et al., 2022). Com base nesses estudos, propõem-se a oitava agenda de pesquisa.

Agenda 8 - Pesquisas sobre o pilar social nos projetos de implantação da TB em cadeias sustentáveis

- ✓ Avaliar as variáveis específicas da TB no ganho sustentável em cadeias de suprimentos logísticas.
- ✓ Avaliar o potencial da TB na logística de empresas agrícolas que querem melhorar seu desempenho sustentável.
- ✓ Investigar os benefícios sustentáveis da visibilidade dinâmica provocada pela adoção de TB em CS de empresas agrícolas em economias emergentes com baixa penetração da tecnologia.

- ✓ Comparar o desempenho de exportação entre empresas agrícolas adotantes da TB e empresas agrícolas não adotantes.

CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi identificar o atual estágio da aplicação da tecnologia *Blockchain* à sustentabilidade em cadeias de suprimentos, de forma a propor agendas de pesquisa para direcionar novos estudos sobre o tema.

Dos 58 artigos selecionados, 13 são teóricos. Embora as primeiras publicações datam de 2016, a sustentabilidade aplicada às CS somente passou a ser discutida/investigada cientificamente a partir de 2019.

Dois 35 procedimentos metodológicos diferentes presentes nos 45 artigos empíricos da amostra, os mais frequentes são: estudo de caso, pesquisa qualitativa, o AHP, o MICMAC, DEMANTEL, modelagem de equações estruturais, BWM e pesquisa descritiva com questionário estruturado. A limitação mais frequente é número limitado de respondentes.

Com base nas análises realizadas, conclui-se que, apesar do bom número de publicações sobre aplicações da TB em cadeias de suprimentos, os estudos sobre a tecnologia *Blockchain* aplicada à sustentabilidade estão em fase de desenvolvimento. Isto indica a necessidade de um maior número de pesquisas, principalmente estudos com recorte temporal longitudinal, para preencher lacunas deixadas pelas pesquisas existentes. A indicação é de pesquisas com este recorte temporal são mais apropriadas para abordar temas como os impactos da TB na sustentabilidade das CS, as barreiras pré e pós adoção da TB em CS sustentáveis, inclusive cadeias de suprimentos de circuito fechado. Há também indicações para que os estudos se direcionem para cadeias agrícolas e alimentares.

Embora tenha-se buscado por trabalhos disponíveis em três bases importantes bases de dados mundiais, é possível que, dado ao critério de presença das palavras-chaves apenas no título, outros artigos sobre aplicações da TB à sustentabilidade em cadeias de suprimentos não tenham sido selecionados. Outra limitação pode ser a não inclusão de outras fontes de conhecimento igualmente importantes, ou tipo de documentos, como livros, capítulos de livros e teses de doutorado.

Apesar dessas limitações, os resultados são importantes porque orienta futuros estudos sobre o tema ao propor oito agendas temáticas de pesquisa e indica os aspectos metodológicos mais frequentes nos estudos e aqueles que podem ser utilizados em parte das agendas propostas.

Como o tema da aplicação da TB à sustentabilidade em cadeias de suprimentos está em desenvolvimento, é possível que novas pesquisas investiguem a evolução operacional da TB em CS, observando a dinâmica dos negócios e mensurando o desempenho sustentável. Novas revisões de literatura são bem-vindas para complementar, a partir de outras perspectivas, os resultados aqui alcançados.

REFERÊNCIAS

- ALHARTHI, S., CEROTTI, P. R., & FAR, S. M. (2020). An exploration of the role of TB in the sustainability and effectiveness of the pharmaceutical supply chain. *Journal of Supply Chain and Customer Relationship Management*, 2020, 1-29.
- AZMI, N. A., SWEIS, G., SWEIS, R., & SAMMOUR, F. (2022). Exploring Implementation of TB for the Supply Chain Resilience and Sustainability of the Construction Industry in Saudi Arabia. *Sustainability*, 14(11), 6427.
- BAGER, S. L., SINGH, C., & PERSSON, U. M. (2022). TB is not a silver bullet for agro-food supply chain sustainability: Insights from a coffee case study. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100163.
- BAI, C., & SARKIS, J. (2020). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for TB technology. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2142-2162.
- BAI, C., QUAYSON, M., & SARKIS, J. (2022). Analysis of TB's enablers for improving sustainable supply chain transparency in Africa cocoa industry. *Journal of Cleaner Production*, 358, 131896.
- BAI, C. A., CORDEIRO, J. & SARKIS, J. (2022). TB for the environmentally sustainable enterprise. *Business Strategy and the Environment*.

- BALLOU, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*.
- BARDIN, L. (2016). Análise de conteúdo: edição revista e ampliada. São Paulo: Edições, v. 70, p. 280.
- BENDARAG A., BOUTKHOUM O., ABADA D., HANINE M. (2022). Blockchain adoption barriers in Moroccan sustainable supply chain: a proposed approach. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. Vol. 27, No. 2, August 2022, pp. 892~899.
- BISWAS, D., JALALI, H., ANSARIPOOR, A. H., & DE GIOVANNI, P. (2022). Traceability vs. Sustainability in Supply Chains: The implications of TB. *European Journal of Operational Research*.
- BOUTKHOUM, O., HANINE, M., NABIL, M., EL BARAKAZ, F., LEE, E., RUSTAM, F., & ASHRAF, I. (2021). Analysis and evaluation of barriers influencing TB implementation in Moroccan sustainable supply chain management: an integrated IFAHP-DEMATEL framework. *Mathematics*, 9(14), 1601.
- BROOKBANKS, M., & PARRY, G. (2022). The impact of a TB platform on trust in established relationships: a case study of wine supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- CALDARELLI, G., ZARDINI, A., & ROSSIGNOLI, C. (2021). TB adoption in the fashion sustainable supply chain: Pragmatically addressing barriers. *Journal of Organizational Change Management*.
- CAPALDO, A., & GIANNOCARO, I. (2015). How does trust affect performance in the supply chain? The moderating role of interdependence. *International journal of production Economics*, 166, 36-49.
- CARLAN, V., SYS, C., & VANELSLANDER, T. (2022). Cost-effectiveness and gain-sharing scenarios for purchasing a TB-based application in the maritime supply chain. *European Transport Research Review*, 14(1), 1-19.
- CRONIN, P., RYAN, F., & COUGHLAN, M. (2008). Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British journal of nursing*, 17(1), 38-43.
- DI VAIO, A., & VARRIALE, L. (2020). TB technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry. *International Journal of Information Management*, 52, 102014.
- EROL, I., AR, I. M., & PEKER, I. (2022). Scrutinizing TB applicability in sustainable supply chains through an integrated fuzzy multi-criteria decision-making framework. *Applied Soft Computing*, 116, 108331.
- ESMAELIAN, B., SARKIS, J., LEWIS, K., & BEHDAD, S. (2020). TB for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105064.
- FRIEDMAN, N., & ORMISTON, J. (2022). TB as a sustainability-oriented innovation? Opportunities for and resistance to TB technology as a driver of sustainability in global food supply chains. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121403.
- FU, J., CAO, B., WANG, X., ZENG, P., LIANG, W., & LIU, Y. (2022). BFS: A TB-based financing scheme for logistics company in supply chain finance. *Connection Science*, 34(1), 1929-1955.
- GUO, S., SUN, X., & LAM, H. K. (2020). Applications of TB technology in sustainable fashion supply chains: operational transparency and environmental efforts. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- HAN, G., & DONG, M. (2015). Trust-embedded coordination in supply chain information sharing. *International journal of production research*, 53(18), 5624-5639.
- JOO, J. & HAN, Y. (2021). An evidence of distributed trust in TB-based sustainable food supply chain. *Sustainability*, 13(19), 10980.
- JRAISAT, L., JREISSAT, M., UPADHYAY, A., & KUMAR, A. (2022, June). TB technology: the role of integrated reverse supply chain networks in sustainability. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (pp. 1-14). Taylor & Francis.
- JURDAK, R., CORCHADO, J. M., PARK, J. H., BHATT, C., & DEV, K. (2022). TB based sustainable, secure healthcare systems. *Computer Networks*, 109175.
- KAMBLE, S. S., GUNASEKARAN, A., SUBRAMANIAN, N., GHADGE, A., BELHADI, A., & VENKATESH, M. (2021). TB technology's impact on supply chain integration and sustainable supply chain performance: Evidence from the automotive industry. *Annals of Operations Research*, 1-26.
- KAZANCOGLU, Y., OZBILTEKIN-PALA, M., SEZER, M. D., LUTHRA, S., & KUMAR, A. (2022). Resilient reverse logistics with TB technology in sustainable food supply chain management during COVID-19. *Business Strategy and the Environment*.

- KHAN, S. A., MUBARIK, M. S., KUSI-SARPONG, S., GUPTA, H., ZAMAN, S. I., & MUBARIK, M. (2022). TB technologies as enablers of supply chain mapping for sustainable supply chains. *Business Strategy and the Environment*.
- KHANFAR, A. A., IRANMANESH, M., GHOBAKHLOO, M., SENALI, M. G., & FATHI, M. (2021). Applications of TB technology in sustainable manufacturing and supply chain management: A systematic review. *Sustainability*, 13(14), 7870.
- KHANNA, A., JAIN, S., BURGIO, A., BOLSHEV, V., & PANCHENKO, V. (2022). TB-Enabled Supply Chain platform for Indian Dairy Industry: Safety and Traceability. *Foods*, 11(17), 2716.
- KLEINKNECHT, L. (2021). Can TB Capabilities Contribute to Sustainable Supply-Chain Governance? *IEEE Engineering Management Review*, 49(4), 150-154.
- KOUHIZADEH, M., SABERI, S., & SARKIS, J. (2021). TB technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831.
- Kshetri, N. (2021). TB and sustainable supply chain management in developing countries. *International Journal of Information Management*, 60, 102376.
- LAZAROIU, G. C. & ROSCIA, M. (2018). TB and smart metering towards sustainable prosumers. In: *2018 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM)*. IEEE, p. 550-555.
- LIU, P., HENDALIANPOUR, A., HAMZEHLU, M., FEYLIZADEH, M. R., & RAZMI, J. (2021). Identify and rank the challenges of implementing sustainable supply chain TB technology using the Bayesian best worst method. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(3), 656-680.
- LYASNIKOV, N. V., SMIRNOVA, E. A., NIKIPORETS-TAKIGAWA, G., DEEVA, T. V., & VYSOTSKAYA, N. V. (2020). TB technology: supply chain management. *The IIOAB Journal*, 11, 1-7.
- MANGEN, A. (2016). The digitization of literary reading: contributions from empirical research. *Orbis Litterarum*, 71(3), 240-262.
- MANGLA, S. K., KAZANÇOĞLU, Y., YILDIZBAŞI, A., ÖZTÜRK, C., & ÇALIK, A. (2022). A conceptual framework for TB-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. *Business Strategy and the Environment*.
- MANUPATI, V. K., SCHOENHERR, T., RAMKUMAR, M., WAGNER, S. M., PABBA, S. K., & INDER RAJ SINGH, R. (2020). A TB-based approach for a multi-echelon sustainable supply chain. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2222-2241.
- MARKUS, S., & BUIJS, P. (2022). Beyond the hype: how TB affects supply chain performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 27(7), 177-193.
- MUGURUSI, G., & AHISHAKIYE, E. (2022). TB technology needs for sustainable mineral supply chains: A framework for responsible sourcing of Cobalt. *Procedia Computer Science*, 200, 638-647.
- MUKHERJEE, A. A., SINGH, R. K., MISHRA, R., & BAG, S. (2022). Application of TB technology for sustainability development in agricultural supply chain: Justification framework. *Operations Management Research*, 15(1), 46-61.
- MUNIR, M. A., HABIB, M. S., HUSSAIN, A., SHAHBAZ, M. A., QAMAR, A., MASOOD, T., & SALMAN, C. A. (2022). TB adoption for sustainable supply chain management: An economic, environmental, and social perspective. *Frontiers in Energy Research*, 613.
- NAYAK, G., & DHAIGUDE, A. S. (2019). A conceptual model of sustainable supply chain management in small and medium enterprises using TB technology. *Cogent Economics & Finance*, 7(1), 1667184.
- NAYAL, K., RAUT, R. D., NARKHEDE, B. E., PRIYADARSHINEE, P., PANCHAL, G. B., & GEDAM, V. V. (2021). Antecedents for TB technology-enabled sustainable agriculture supply chain. *Annals of operations research*, 1-45.
- NJUALEM, L. A. (2022). Leveraging TB Technology in Supply Chain Sustainability: A Provenance Perspective. *Sustainability*, 14(17), 10533.
- OGUNTEGBE, K. F., DI PAOLA, N., & VONA, R. (2021). TB technology, social capital and sustainable supply chain management. *Sinergie Italian Journal of Management*, 39(3), 163-188.
- PALIWAL, V., CHANDRA, S., & SHARMA, S. (2020). TB technology for sustainable supply chain management: A systematic literature review and a classification framework. *Sustainability*, 12(18), 7638.

- PARK, A. & LI, H. (2021). The effect of TB technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726.
- PARK, K. O. (2020). A study on sustainable usage intention of TB in the big data era: Logistics and supply chain management companies. *Sustainability*, 12(24), 10670.
- PAUL, T., MONDAL, S., ISLAM, N., & RAKSHIT, S. (2021). The impact of TB technology on the tea supply chain and its sustainable performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121163.
- PAYAN, J. M., & TAN, J. (2015). Multiple levels of trust and interfirm dependence on supply chain coordination: a framework for analysis. In *Creating and Delivering Value in Marketing* (pp. 122-128). Springer, Cham.
- PRAJAPATI, D., JAUHAR, S. K., GUNASEKARAN, A., KAMBLE, S. S., & PRATAP, S. (2022). TB and IoT embedded sustainable virtual closed-loop supply chain in E-commerce towards the circular economy. *Computers & Industrial Engineering*, 172, 108530.
- QU, W. G., & YANG, Z. (2015). The effect of uncertainty avoidance and social trust on supply chain collaboration. *Journal of Business Research*, 68(5), 911-918.
- RANA, R. L., TRICASE, C., & DE CESARE, L. (2021). TB technology for a sustainable agri-food supply chain. *British Food Journal*.
- SABERI, S., KOUHIZADEH, M., SARKIS, J., & SHEN, L. (2019). TB technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.
- SAHOO, S., KUMAR, S., SIVARAJAH, U., LIM, W. M., WESTLAND, J. C., & KUMAR, A. (2022). TB for sustainable supply chain management: trends and ways forward. *Electronic Commerce Research*, 1-56.
- SAURABH, S., & DEY, K. (2021). TB technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124731.
- SHOKER, A. (2021). TB technology as a means of sustainable development. *One Earth*, 4(6), 795-800.
- SONG, L., LUO, Y., CHANG, Z., JIN, C., & NICOLAS, M. (2022). TB Adoption in Agricultural Supply Chain for Better Sustainability: A Game Theory Perspective. *Sustainability*, 14(3), 1470.
- SONG, L., WANG, X., & MERVEILLE, N. (2020, June). Research on TB for sustainable e-agriculture. In *2020 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON)* (pp. 1-5). IEEE.
- SRIDHARAN, R., & SIMATUPANG, T. M. (2013). Power and trust in supply chain collaboration. *International journal of value chain management*, 7(1), 76-96.
- SUNMOLA, F. T. (2021). Context-aware TB-based sustainable supply chain visibility management. *Procedia Computer Science*, 180, 887-892.
- SUNMOLA, F. T., BURGESS, P., & TAN, A. (2021). Building blocks for TB adoption in digital transformation of sustainable supply chains. *Procedia Manufacturing*, 55, 513-520.
- TAYAL, A., SOLANKI, A., KONDAL, R., NAYYAR, A., TANWAR, S., & KUMAR, N. (2021). TB-based efficient communication for food supply chain industry: Transparency and traceability analysis for sustainable business. *International Journal of Communication Systems*, 34(4), e4696.
- TISCINI, R., TESTARMATA, S., CIABURRI, M., & FERRARI, E. (2020). The TB as a sustainable business model innovation. *Management Decision*.
- VARRIALE, V., CAMMARANO, A., MICHELINO, F., & CAPUTO, M. (2020). The unknown potential of TB for sustainable supply chains. *Sustainability*, 12(22), 9400.
- VOGEL, W., & LASCH, R. (2018). Complexity drivers in product development: A comparison between literature and empirical research. *Logistics Research*, 11(7), 1-42.
- YADAV, S. & SINGH, S. P. (2020). An integrated *fuzzy*-ANP and *fuzzy*-ISM approach using TB for sustainable supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 54-78.
- YOUSEFI, S., & TOSARKANI, B. M. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of TB technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 246, 108429.
- ZHANG, F., & SONG, W. (2022). Sustainability risk assessment of TB adoption in sustainable supply chain: An integrated method. *Computers & Industrial Engineering*, 171, 108378.

- ZHANG, J., ZHANG, X., LIU, W., JI, M., & MISHRA, A. R. (2022a). Critical success factors of TB technology to implement the sustainable supply chain using an extended decision-making approach. *Technological Forecasting and Social Change*, *182*, 121881.
- ZHANG, T., DONG, P., CHEN, X., & GONG, Y. (2022b). The impacts of TB adoption on a dual-channel supply chain with risk-averse members. *Omega*, 102747.